creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000263940

2013年 8月

博士學位論文

건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분 및 생리활성

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

金 아 라

건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분 및 생리활성

Physicochemical Composition and Physiological Activities of Ramie leaf According to Drying Methods

2013年 8月 24日

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

金 아 라

건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분 및 생리활성

指導敎授 李 明 烈

이 論文을 理學博士學位 申請論文으로 提出함

2012年 4月

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

金 아 라

金아라의 博士學位 論文을 認准함

委員長 朝 鮮 大 學 校 敎 授 장 해 춘 (印)

委 員 光州保健環境硏究院 博 士 조 배 식 (印)

委 員 韓 京 大 學 校 敎 授 이 현 주 (印)

委 員 朝 鮮 大 學 校 敎 授 이 재 준 (印)

委 員 朝 鮮 大 學 校 敎 授 이 명 렬 (印)

2013年 6月

朝鮮大學校 大學院

목 차

LIST OF TABLES ····· V
LIST OF FIGURES ····· vii

ABSTRACT ····· ix

제1장 서 론 ····· 1

제2장 재료 및 방법 ····· 8
제1절 실험재료 ····· 8

제2절 건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분 ····· 8
1. 일반성분 분석 ····· 8
2. 구성아미노산 분석 ····· 9
3. 지방산 분석 ····· 10
4. 비타민 분석 ····· 11
5. 무기질 분석 ····· 13
6. 유기산 분석 ····· 14
7. 구성당 분석 ····· 15
8. 통계처리 ····· 16

제3절 건조방법에 따른 모시잎의 항산화효과 및 암세포 증식 억제효과 ····· 17
1. 시료추출 ····· 17
2. 모시잎 에탄올 추출물의 항산화효과 ····· 17
가. 총 polyphenol 함량 측정 ····· 17

나. 총 flavonoid 함량 측정 ····· 18
다. Chlorogenic acid 함량 측정 ····· 18
라. DPPH radical 소거능 측정 ····· 19
마. 항산화지수 측정 ····· 19
3. 모시잎 에탄올 추출물의 암세포 증식에 미치는 효과 ····· 20
가. 세포 배양 ····· 20
나. 간암, 위암 및 폐암의 암세포 생존율 측정 ····· 20
4. 통계처리 ····· 21

제4절 건조방법에 따른 모시잎의 지방전구세포를 이용한 항비만효과 ··· 22
1. 모시잎 에탄올 추출물의 3T3-L1 지방전구세포에 대한 증식과 분화 억제효과 ····· 22
가. 3T3-L1 지방전구세포 배양 ····· 22
나. 3T3-L1 지방전구세포 증식 측정 ····· 22
다. 3T3-L1 지방전구세포 분화 측정 ····· 23
라. 3T3-L1 지방전구세포의 중성지방 함량 측정 ····· 23
2. 모시잎 에탄올 추출물의 돼지 지방전구세포에 대한 증식과 분화 억제효과 ····· 24
가. 돼지 지방전구세포 분리 ····· 24
나. 돼지 지방전구세포 배양 ····· 25
다. 돼지 지방전구세포 증식 측정 ····· 25
라. 돼지 지방전구세포 분화 측정 ····· 26
마. 돼지 지방전구세포의 중성지방 함량 측정 ····· 26
바. Oil Red O staining ····· 27
3. 통계처리 ····· 27

제5절 모시잎의 *db/db* 마우스에 대한 항비만 및 항당뇨효과 ····· 28
1. 실험동물 사육 및 식이 ····· 28
2. 혈액 및 장기 채취 ····· 31
3. 혈액의 생화학적 검사 ····· 31

4. 전혈의 혈당변화 측정 ····· 31
5. 혈중 인슐린 및 당화헤모글로빈 함량 측정 ····· 32
6. 당부하 검사 및 혈당반응면적 ····· 32
7. 통계처리 ····· 32

제3장 실험결과 및 고찰 ····· 33

제1절 건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분 ····· 33

1. 건조수율 ····· 33
2. 일반성분 ····· 34
3. 구성아미노산 ····· 37
4. 지방산 ····· 40
5. 비타민 ····· 43
6. 무기질 ····· 46
7. 유기산 ····· 49
8. 구성당 ····· 52

제2절 건조방법에 따른 모시잎의 항산화효과 및 암세포 증식 억제효과 ····· 55

1. 추출수율 ····· 55
2. 모시잎 에탄올 추출물의 항산화효과 ····· 58
   가. 총 polyphenol 함량 ····· 58
   나. 총 flavonoid 함량 ····· 62
   다. Chlorogenic acid 함량 ····· 65
   라. DPPH radical 소거능 ····· 68
   마. 항산화지수 ····· 71
3. 모시잎 에탄올 추출물의 암세포 증식에 미치는 효과 ····· 74
   가. 간암세포 증식 억제효과 ····· 74
   나. 위암세포 증식 억제효과 ····· 77
   다. 폐암세포 증식 억제효과 ····· 80

제3절 건조방법에 따른 모시잎의 지방전구세포를 이용한 항비만효과 ··· 83
1. 모시잎 에탄올 추출물의 3T3-L1 지방전구세포에 대한 증식과 분화 억제효과 ··· 83
가. 3T3-L1 지방전구세포의 증식에 미치는 효과 ··· 83
나. 3T3-L1 지방전구세포의 분화에 미치는 효과 ··· 86
다. 3T3-L1 지방전구세포의 중성지방 함량에 미치는 효과 ··· 89
2. 모시잎 에탄올 추출물의 돼지 지방전구세포에 대한 증식과 분화 억제효과 ··· 92
가. 돼지 지방전구세포의 증식에 미치는 효과 ··· 92
나. 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 효과 ··· 94
다. 돼지 지방전구세포의 중성지방 함량 및 지방구 생성에 미치는 효과 ··· 97

제4절 모시잎의 *db/db* 마우스에 대한 항비만 및 항당뇨효과 ··· 101
1. 체중증가량, 식이섭취량 및 수분섭취량 ··· 101
2. 간 및 지방조직 무게 ··· 104
3. 전혈의 혈당 변화 ··· 109
4. 혈중 인슐린 및 당화헤모글로빈 함량 ··· 113
5. 당부하 검사 및 혈당반응면적 ··· 117
6. 혈청 중 ALT 및 AST 활성 ··· 120
7. 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량 ··· 124

제4장 요약 및 결론 ··· 131

참 고 문 헌 ··· 135

LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of amino acid autoanalyzer for total amino acids ····· 9
Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids ····· 10
Table 3. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E ····· 12
Table 4. Operation conditions of HPLC for vitamin C ····· 12
Table 5. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals ····· 13
Table 6. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids ····· 14
Table 7. Operating conditions of Ion chromatography for free sugars ····· 15
Table 8. Experimental design ····· 29
Table 9. Composition of experimental diet ····· 30
Table 10. Drying yield of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 33
Table 11. Proximate compositions of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 36
Table 12. Contents of total amino acids in ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 39
Table 13. Compositions of fatty acids in ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 42
Table 14. Contents of vitamin A, C, and E in ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 45
Table 15. Contents of minerals in ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 48
Table 16. Contents of organic acids in ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 51
Table 17. Contents of free sugars in ramie leaf treated with hot air and

freeze drying ····· 54
Table 18. Yield of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 57
Table 19. Contents of total polyphenol of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 61
Table 20. Contents of total flavonoid of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 64
Table 21. Contents of chlorogenic acid of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 67
Table 22. DPPH radical scavenging activity of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 70
Table 23. Antioxidative index of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying on soybean oil ····· 73
Table 24. Changes in body weight gain, food intake and water consumption of *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 103
Table 25. Weights of subcutaneous, mesenteric, epididymal, and retroperitoneal adipose tissues in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 107
Table 26. Change of fasting blood glucose in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 111
Table 27. Oral glucose tolerance test of *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 118
Table 28. Activity of ALT and AST in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 121
Table 29. Contents of triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 126

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Cell viability on Hep G2 cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 76
Fig. 2. Cell viability on AGS cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 79
Fig. 3. Cell viability on A549 cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying ····· 82
Fig. 4. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on proliferation of 3T3-L1 preadipocytes ····· 85
Fig. 5. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on differentiation of 3T3-L1 preadipocytes ····· 88
Fig. 6. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on triglyceride contents of 3T3-L1 preadipocytes ···· 91
Fig. 7. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on proliferation of pig preadipocytes ····· 93
Fig. 8. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on differentiation of pig preadipocytes ····· 96
Fig. 9. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on triglyceride contents of pig preadipocytes ····· 99
Fig. 10. Micrographs showing differentiation of pig preadipocytes treated with ethanol extracts of hot air drying(HR) and freeze drying ramie leaf(FR) ····· 100
Fig. 11. Effect of ramie leaf extracts on the liver weight in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 106
Fig. 12. Effect of ramie leaf extracts on the total adipose tissue weight in *db/db* mice ····· 108
Fig. 13. Change of fasting blood glucose in *db/db* mice treated orally ramie

leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 112
Fig. 14. Serum insulin level in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 115
Fig. 15. Blood HB Alc level in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks ····· 116
Fig. 16. Blood glucose curves of oral glucose tolerance test in *db/db* mice fed experimental diets for 6 weeks ····· 119
Fig. 17. Activity of ALT in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 122
Fig. 18. Activity of AST in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 123
Fig. 19. Contents of triglyceride in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 127
Fig. 20. Contents of total cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 128
Fig. 21. Contents of LDL-cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 129
Fig. 22. Contents of HDL-cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks ····· 130

ABSTRACT

Physicochemical Composition and Physiological Activities of Ramie leaf According to Drying Methods

by. Kim, Ah Ra
Advisor : Prof. Lee, Myung-Yul, Ph. D.
Department of Food and Drug,
Graduate School of Chosun University

This study was carried out to discriminate the effects of the ramie leaf according to the drying methods(hot air drying and freeze drying) on physicochemical composition, antioxidative and anticancer capacity *in vitro*, the antiobesity effect by the proliferation and the differentiation of 3T3-L1 cells and pig preadipocytes, and the antiobesity and the antidiabetic effects in *db/db mice* by ramie leaf ethanol extracts administration.

The results obtained were as follows; This study was investigated to compare the physicochemical properties of hot air dried ramie leaf(HR) and freeze dried ramie leaf(FR). There were no significant differences in the moisture, crude protein, crude fat, crude ash and carbohydrate content depending on the drying methods, but the dietary fiber content was significantly higher in the FR than in the HR. The major amino acids were aspartic acid, glutamic acid and leucine, and the contents of total amino acids, total essential amino acids and essential amino acid ratios were higher in the FR compared with the HR. The major fatty acids were linoleic acid, palmitic acid, arachidic acid, linolenic acid. Hot air drying caused a decrease in unsaturated fatty acids and an increase in saturated acids, but not significantly different between samples dried by hot air and freeze drying. The contents of the vitamin A, E, and C in the FR were higher than those in the HR, and there were significant differences in the contents of

vitamin A and C depending on the drying methods. Regardless of the drying methods, both the HR and the FR were abundant in order of Ca, K, Mg, Mn, Fe, Na, Zn. The contents of total minerals, total organic acids and total free sugars in the HR were significantly higher than those in the FR.

There were no significant differences in the yield, total polyphenol and chlorogenic acid content of ramie leaf ethanol extracts depending on the drying methods, but total flavonoid content was significantly higher in the HR than in the FR. The DPPH radical scavenging activity of HR and FR ethanol extracts were found to be 77.74%, and 77.29% in 1000 ppm, respectively. Antioxidative index of the HR and FR ethanol extracts measured by Rancimat were lower than those in the BHT, BHA, and ascorbic acid, but were higher than that in the control. The anticancer effect of 80% ethanol extracts of the HR and FR on liver cancer cell line (H460), stomach cancer cell line (AGS), and lung cancer cell line (A549) were increased with a dose-dependent manner. The cancer cell growth inhibition activities of the HR and FR ethanol extracts at the concentration of 800 μg/mL showed greater than 80% on Hep G2 and A549 cell line, and greater than 75% on AGS cell line.

The study was carried out to determine the effects of the HR and FR on proliferation and differentiation of 3T3-L1 preadipocytes and pig preadipocytes. To measure the cell proliferation and differentiation, the cells were treated with 25 μg/mL and 100 μg/mL ethanol extracts of the HR and FR for two days, and dimethyl sulphoxide(DMSO) was used as the control group. Twenty five μg/mL of the HR and FR ethanol extracts did not inhibit the proliferation of 3T3-L1 preadipocytes, but 100 μg/mL of the HR and FR ethanol extracts significantly decreased the proliferation of 3T3-L1 preadipocytes by 25.54% and 24.52% compared with the control, respectively. Twenty five μg/mL and 100 μg/mL of the HR and FR ethanol extracts significantly inhibited the differentiation and triglyceride accumulation of 3T3-L1 preadipocytes. Twenty five μg/mL and 100 μg/mL of the HR and FR ethanol extracts showed the inhibitory action on proliferation of pig preadipocytes in a dose-dependent manner. HR ethanol extract inhibited the differentiation and triglyceride accumulation of pig

preadipocytes in 25 μg/mL and 100 μg/mL, but FR ethanol extract inhibited only 100 μg/mL. Inhibitory effect of differentiation and the fat accumulation on pig preadipocytes was significantly higher in the HR ethanol extract than in the FR ethanol extract, and there were significant differences depending on the drying methods in 25 μg/mL and 100 μg/mL. These actions indicate that the ethanol extracts of HR and FR may have potential to reduce the fat accumulation and obesity.

The antiobesity and antidiabetic effects of HR ethanol extract were investigated in type 2 diabetic animal models. After the 1-week adaptation period, the diabetic animal model *db/db* mice were divided into control group(Control), HR ethanol extract 200 mg/kg/day administered group(HRL), and HR ethanol extract 400 mg/kg/day administered group(HRH). The body weight gain, food intake, water intake and liver weights were not significantly different between the control group and the experimental groups. The total adipose tissues weight and serum ALT and AST activities of ramie leaf ethanol extracts administered groups(HRL, HRH) significantly lowered compared with the control group. The administration of HR ethanol extracts induced a great reduction of fasting blood glucose, glucose levels in the oral glucose tolerance test and AUC for glucose compared with the control group. The serum insulin level was significantly decreased in the ramie leaf ethanol extract administered groups, and the glycosylated hemoglobin(HbA1c) level was significantly decreased in the HRH group in a dose-dependent manner. The serum triglyceride level was not different among the groups. The serum total cholestrol level was significantly decreased in the HRH group, while the serum HDL-cholestrol was significantly increased in the HRH group. The administration of HR ethanol extracts significantly lowered the serum LDL-cholestrol level compared with the control group, and there were significant differences depending on the dose. These data suggest that administration of ramie leaf ethanol extracts may improve blood glucose and lipid metabolism and help preventing or attenuating the fat accumulation in animals with type 2 diabetes.

제1장 서 론

우리나라는 1970년대 이후 급격한 경제성장에 따른 소득수준의 향상과 서구화된 식생활의 변화로 곡류 및 채소 위주의 식생활에서 동물성 지방과 단백질의 과잉 및 인스턴트 식품의 섭취가 증가됨에 따라 비만, 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화증의 성인병의 발병이 지속적으로 증가하고 있다(1,2). 이와 더불어 65세 이상의 노인 인구가 급격하게 증가하고 있고 식습관 및 생활습관에서 기인하는 성인병이 단지 노인에만 국한되는 것이 아니라 어린이에게까지 확대되고 있어 의료비와 연금 등 사회복지비의 부담이 날로 가중되고 있다(3).

2011년 세계보건기구(World Health Organization; WHO) 발표에 의하면 전 세계 15억 이상의 성인이 과체중이며 이중 적어도 5억 이상이 비만환자라고 보고(4)된 바 있으며, 우리나라의 경우도 2010년 기준 만19세 이상 성인의 30.8%(남자 36.3%, 여자 24.8%)가 비만으로(5), 국내에서도 비만 인구가 날로 증가하고 있어 국민건강을 위협하는 사회적인 문제로 대두되고 있다. 비만은 에너지 섭취량과 소비량의 불균형으로 신체에 지방조직이 과잉 축적된 상태로, 남은 열량이 지방으로 전환되어 인체 내 피하조직이나 복부 장간막에 축적되는 현상을 말하며 그 원인으로는 서구화된 식생활, 내분비 장애, 유전적 요인 등을 들 수 있다. 또한 고도비만의 경우에는 제2형 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 심혈관 질환과 같은 심각한 성인병을 유발할 뿐만 아니라 각종 암의 발생빈도를 증가시키는 것으로 알려져 비만제어는 이들 질병의 예방 및 치료를 위해 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다(6).

일반적으로 비만은 지방전구세포의 분화와 같은 adipogenesis(지방세포 분화) 과정을 통하여 새롭게 생성되는 지방세포의 비대 및 과형성에 의한 지방조직의 축적에 의하여 유발되는 것으로 알려져 있다(7,8). 지방세포의 비대는 음식물에 포함되어 있는 중성지방의 축적에 의하여 유발되며, 지방세포의 과형성은 세포증식 및 분화에 의해서 유발되는 것으로 알려져 있다(9). 지방전구세포로부터 성숙지방세포로 분화가 지방축적에 매우 중요한 것으로 알려져 있어(10) 이것과 관련된 cell line이나 primary fat cell을 이용한 세포 분화에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며(11-13), 비만억제를 위하여 세포 내 지방의 축적을 예방하거나 축적된 지방을 분해하도록 자극하는 방안에 대한 연구가 최근 많은 관심을 끌고 있다(7-13).

당뇨병 역시 전 세계적으로 유병률이 큰 만성적인 대사성 질환으로, 국제당뇨병연합(IDF)의 2012년 발표 자료에 의하면 2011년 20~79세의 전 세계 당뇨병 인구는 3억6600만 명이라고 보고하였다(14). 우리나라의 경우 한국인 사망 원인 5위로 집계될 정도로 환자수가 증가하고 있으며, 문제는 중년 이후에나 발생하던 이 질환이 최근 20~30대 젊은 층까지 확대되고 있다는 것이다(15). 또한 대한당뇨병학회의 '2012 한국인 당뇨병 연구 보고서' 발표에 따르면 성인 10명 중 1명은 당뇨병 환자, 10명 중 2명은 잠재적인 당뇨병 단계인 공복혈당장애로, 국민 10명 중 3명이 고혈당으로부터 위협 받고 있는 것으로 나타났다. 특히 당뇨병의 유병률은 해마다 늘어남과 더불어 초고령화 시대가 예고되고 있어 2050년도 예상 당뇨병환자의 수는 현재 대비 약 2배 수준으로 증가할 것이라고 전망하였다(16). 이러한 당뇨병은 우리나라의 사망원인 2위와 3위를 차지하는 뇌혈관 질환과 심혈관계 질환의 중요한 위험 요인으로 작용해 심혈관계 질환 사망자의 약 3/4은 당뇨병을 합병하고 있으며(17), 당뇨환자는 정상인에 비해 관상동맥 질환의 유병율이 약 2배 높은 것으로 보고되었다(18).

한국인 당뇨병의 대부분을 차지하고 있는 제2형 당뇨병은 인슐린 비의존형 당뇨병으로서 인슐린은 충분하지만 말초조직에서의 인슐린 작용 감소로 인한 인슐린 저항성(insulin resistance)과 췌장에서 필요한 양보다 적은양의 인슐린이 분비되어 혈당이 올라가는 췌장 β-세포의 상대적인 기능부전에 의해 발생한다(19). 과거에는 비만한 서양인들의 병으로 인식되던 제2형 당뇨병이 최근 아시아 국가에서 서구식 식습관, 생활환경의 변화로 비만이 증가하면서 당뇨(diabetes)와 비만(obesity)을 가진 환자를 지칭하는 diabesity(비만형당뇨병)라는 용어로 그 심각성이 더해가고 있는 실정이다(20). 또한 제2형 당뇨병 환자 중 75%가 비만인 것으로 보고(21)되었으며, 성인에 있어서 제2형 당뇨병 발병의 시작은 비만과 관련이 깊어 체중이 정상체중의 20% 증가함에 따라 당뇨병 발병률은 2배가 되며 상체비만이 하체 비만보다 상관도가 높다(22). 비만은 인슐린 저항성을 일으키는 가장 중요한 인자로 알려져 있는데(23), 비만인 사람은 지방조직이 많아 지방세포에서 leptin 분비가 증가되고 leptin은 다양한 표적세포에 작용하여 췌장의 β-세포에 영향을 미쳐 인슐린 저항성이 커지게 된다. 따라서 비만은 조직의 인슐린 수용체 수와 인슐린 민감도를 감소시킴으로써 세포내로의 포도당 수송을 저하시켜 고인슐린혈증과 고혈당을 유발하여 당뇨병의 발병을 촉진시키게 된다(19,24,25). 또한 비만한 당뇨환자의 경우 관상동맥 질환을 포함한 혈관성 질환의 발생율이 높고 그들의 치사율도 높은 것으로

보고(26)되어, 당뇨병은 비만과 밀접한 연관이 있음을 알 수 있다.

비만 및 당뇨병과 함께 전 세계적으로 인간의 생명을 위협하는 현대인의 대표적인 만성질환인 암은 생체 조직 안에서 세포가 무제한으로 증식하여 악성 종양을 일으키는 질병으로, 서구화된 식생활과 환경 변화 등으로 암 발생률과 사망률은 계속 증가하고 있다(27). 2011년 통계청에서 발표한 자료에 의하면 악성신생물(암)에 의한 사망자는 인구 10만명 당 142.8명으로 사망원인 1위를 차지하였고(15), 한국중앙암등록본부의 보고서에 따르면 2009년 모든 암에 대한 인구 10만명 당 암발생률은 387.8명으로 갑상선암, 위암, 대장암, 폐암, 간암 순으로 암 발생률이 높은 것으로 나타났다(28). 현재 진행되고 있는 암 치료는 화학요법, 방사선치료 및 외과적 수술 등이 사용되고 있으나 치료효과가 좋지 못한 실정이고, 치료를 위해 사용되고 있는 항암제는 암세포뿐만 아니라 정상세포에도 영향을 미쳐 탈모나 구토 등의 심각한 부작용 및 독성을 초래하며(29) 지속된 항암제 사용은 약재내성을 발생시켜 암세포 증식에 영향을 미치게 된다(30). 이에 따라 최근에는 녹색식물이나 과일, 한약 추출물 등의 천연물에 독성이 적으면서 강력한 항암효과를 나타내는 성분들이 함유되어 있다는 사실이 밝혀지면서 천연물로부터 항암제의 분리 및 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(31,32).

일반적으로 암 발생의 주요원인은 유전적 인자와 환경적 인자에 의하며, 세계보건기구 산하 국제암연구소의 보고에 의하면 암 원인의 30%는 흡연, 30%는 식이요인, 18%는 만성감염에서 기인한다고 하였으며, 그 밖에 직업, 유전, 음주, 생식요인 및 호르몬, 방사선, 환경오염 등의 요인도 각각 1-5% 정도 기여한다고 하였다(33). 또한 암의 발생은 비만과 당뇨병과도 관련이 있어 여러 역학연구들에서 제2형 당뇨병 환자에서 대장암, 췌장암을 비롯하여 간암, 방광암, 유방암 등의 발생이 증가하며(34-38), 비만으로 인한 체지방의 증가는 내분비 호르몬 특히 성호르몬, insulin 등의 대사에 영향을 주어 세포의 증식 및 사멸의 조절에 이상을 초래하여 암을 발생시키게 되며, 식도암, 췌장암, 간암, 유방암, 자궁암, 전립선암, 신장암, 임파선암, 대장암 등의 유병률뿐만 아니라 사망률도 증가시킨다고 알려져 있다(39).

암 발생의 주요한 기전 중 하나는 산화적 스트레스(oxidative stress)에 의한 것으로, 산화적 스트레스란 정상적인 활성산소(reactive oxygen species, ROS)의 발생과 체내 항산화 효소의 활동과 같은 항산화 반응 간의 균형이 깨어져 체내 활성산소가 축적된 상태를 말한다(40). 활성산소는 산소의 환원 대사물로서 스트레스, 과식, 음주, 흡연, 방사선, 초음파 및 환경오염, 세포 내 대사과정의 불균형 등의 요

인으로 인해 대사의 균형이 깨지게 되면 과잉으로 생성된다(41). 과잉으로 생성된 활성산소는 세포를 구성하는 지질, 단백질, 탄수화물 및 DNA와 반응하여 산화적 손상 및 효소활성을 변화시켜 세포 손상을 가져와 암뿐만 아니라 비만, 당뇨병, 뇌질환, 심장질환, 동맥경화, 관절염, 치매 등의 여러 질환과 노화의 중요한 병인으로 알려져 있다(42,43). 생체 내에는 이러한 활성산소의 생성을 차단시키거나 감소시키기 위한 항산화 시스템으로서 체내에서 생성되는 superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, glutathione S-transferase 등의 효소가 있다. 또한 식물 내에 항산화 활성을 나타내는 물질로 glutathione, 비타민 A, 비타민 C, 비타민 E, β-carotene, 카로티노이드, 폴리페놀, 플라보노이드 등의 식이 미량 영양소와 항산화 효소의 조효소로 작용하는 셀레늄, 구리, 아연 및 망간 또한 중요한 항산화 방어 시스템을 구성한다(44). 따라서 활성산소에 의해 유도되는 산화적 스트레스를 예방 또는 감소시키기 위해서는 외부로부터 항산화물질이 충분히 섭취되어야 하며, 과도한 스트레스에 노출되어 있는 현대인의 복잡한 생활 속에서 더욱 효과적인 식이성 항산화제의 필요가 절실해지고 있다. 페놀계 합성 항산화제인 BHA(butylated hydroxy anisole), BHT(butylated hydroxy toluene) 등은 탁월한 항산화력과 경제성 때문에 널리 사용되어 왔으나 간비대, 간장 중 microsomal enzyme 활성 증가, 체내흡수물질의 독성화 및 발암 가능성 등의 문제점이 초래되면서 현재 그 사용이 제한을 받고 있다(45,46). 따라서 이들 합성 항산화제를 대체할 안전하고 부작용이 없는 천연에 존재하는 생물자원으로부터 항산화력이 우수한 천연 항산화제의 개발이 매우 활발히 진행되고 있다.

최근 경제 성장과 평균 수명의 연장과 함께 현대인들의 질병과 고령화 사회에 따른 삶의 질에 대한 인식이 변하고 건강에 대한 관심이 높아지면서 항균, 항산화, 항암 및 면역 강화 활성 등의 생리활성을 갖는 천연식물에 대한 관심이 높아가고 있다(47,48). 이에 따라 무공해 작물에 대한 소비가 늘어났고 약용작물 특히 산채류에 대한 중요성이 높이 평가되어 그 수요가 급증하고 있으며 안전성이나 기능성 측면에서 많은 관심을 받고 있다. 산채류는 자연에서 자생하는 식물 중 식용이 가능한 것으로, 환경으로부터 자신을 보호하기 위한 생리활성물질이 다량 함유되어 항암·항산화·항당뇨·항비만 등의 각종 생리활성이 알려지면서 건강 지향적 소비를 추구하는 현대인에게 웰빙 음식의 핵심으로 떠오르고 있다(49).

산채류 중 모시풀(ramie, *Boehmeria nivea* L.)은 쐐기풀목 쐐기풀과(Uriticaceae)에 속하는 여러해살이 풀로, 저마(苧麻)라고도 부르며(50), 원산지는 동남아시아로

한국, 중국, 일본, 필리핀, 인도, 인도네시아 등에 주로 분포하고 습기가 많고 따뜻한 지방에서 서식한다(51). 「본초강목」에 의하면 모시풀은 흉년에 쪄먹기도 하고, 설사나 몸이 찬 데에 치료제로 쓰이며, 나쁜 피가 뭉친 데와 뱀에 물린 데에 지혈제로서 예부터 민간요법의 약재나 구황식으로 널리 이용되어 왔다고 기록되어 있다(52). 한방에서 뿌리는 저마근(苧麻根)이라 하고, 잎은 저마엽(苧麻葉)이라 하여 청열, 지혈, 해독, 산어 등에 효능이 있으며 객혈, 토혈, 하혈, 옹종, 혈뇨, 항문의 부종과 동통, 타박상 등을 치료하는데 쓰인다고 알려져 있다(53). 이처럼 모시풀의 뿌리와 잎은 약재로 쓰이고 줄기는 모시라고 하는 전통 의류 등의 섬유 재료로 활용되며, 잎은 음식으로도 이용되어 어리고 부드러운 잎을 채취하여 나물, 장아찌, 김치류, 떡류 등으로 다양하게 활용되고 있다. 특히 모시잎을 이용한 대표적인 음식인 모시잎송편은 전라도 영광지방의 향토음식으로, 삶은 모시잎과 쌀을 함께 빻아 반죽하여 동부콩을 넣어 일반 송편보다 2~3배 큰 송편 모양으로 만든 떡으로서(54), 현재 모시잎송편의 전통성과 우수성을 바탕으로 전통 웰빙음식으로 각광받고 있다.

모시잎은 모양이나 크기는 깻잎과 비슷하고 독특한 향기를 가지며, 식이섬유소, 아미노산, 비타민 C, Ca, K, Mg 등이 풍부한 알칼리성 식품이다(55). 식이섬유소가 풍부하다고 알려진 양배추(20.7%)와 당근(24.8%)에 비하여 식이섬유소가 39.7%로 다량 함유되어 있고(56), 식이섬유소 중에는 cellulose가 68.6~76.2%로 주요 구성성분이며, hemicellulose(13.1~16.7%), pectin(1.9%), wax(0.3%), lignin (1~2%) 등으로 구성되어 있다(57). 또한 생체 내 산화작용을 억제하는 flavonoid 성분을 비롯해 모세혈관을 튼튼하게 하는 루틴 등 다양한 생리활성 성분이 함유되어 있어 막혀있던 혈관을 뚫어주는 효과가 있고, 마비 증상과 치매에 좋으며 노화방지 효과가 탁월하다. 모시잎은 쑥보다 많은 총 phenol과 flavonoid를 함유하여 총 phenolic compounds은 쑥보다 4배, 총 항산화활성은 쑥보다 6배 높은 것으로 보고되었다(58). 모시잎의 선명한 엽록소는 활성산소의 강력한 억제물질로서의 기능성을 가지고 있으며(59), 항균효과가 있어 모시잎을 떡에 첨가하게 되면 모시잎의 첨가 비율이 높을수록 총 미생물수의 증가폭이 작아 모시잎이 떡의 저장기간을 연장시키는 것으로 보고되었다(60).

현재까지 보고된 모시잎의 국내 연구로는 모시잎의 이화학적 성분(56), 모시잎의 이화학적 특성과 항균 활성(61), 모시잎의 항산화 효과 및 암세포주에 대한 세포독성(62), 모시잎이 고지방-고콜레스테롤 식이 흰쥐의 지질대사 개선 및 항비만 효

과에 미치는 영향(63), 모시잎이 흰쥐의 loperamide로 유도된 변비에 미치는 영향(64) 등의 생리활성 연구들이 보고되었다. 또한 이러한 모시잎의 생리기능성이 알려지면서 모시잎 첨가량에 따른 절편의 품질특성(60), 모시풀잎 분말 첨가 설기떡의 품질특성 및 항산화 활성(65), 모시잎 첨가량에 따른 쿠키의 품질 특성(66), 반응표면분석에 의한 덖음 모시풀잎 가루 첨가 머핀의 품질특성(67), 모시잎 분말을 첨가한 두부의 품질 특성(68) 등 모시잎의 식품학적인 측면에서의 다양한 기능성 식품에 대한 연구가 진행되고 있다. 이처럼 모시잎을 이용한 식품학적 연구나 기능성 식품 개발에 관한 연구는 대부분 모시잎을 분말화하여 식품에 활용하고 있으며, 현재 모시잎의 이용 증대와 간편성 증진을 위해 모시잎을 건조 분말화하여 송편, 제과, 제빵, 만두, 호떡, 부침, 국수, 칼국수, 수제비 등 다양한 식품에 이용 가능하도록 모시잎 분말이 시판되고 있다.

식품을 분말화하기 위한 인공건조방법에는 열풍, 동결, 냉풍 및 진공건조 등 다양하나 영양성분 및 기능성 성분의 손실을 최소화하기 위하여 동결건조 방법이 널리 이용되고 있다. 동결건조는 건조하고자 하는 재료를 동결시킨 후 진공장치 내에서 기체상태의 증기로 승화시켜 건조하게 되고 낮은 온도에서 건조가 일어나므로 영양성분 및 기능성 성분의 손실이 적으며(69) 식품원료의 조직, 향기 및 색 등을 비교적 잘 보존될 뿐 아니라 다공성 구조로 건조되므로 복원성이 뛰어난 이점이 있다. 그러나 건조속도가 일반 건조방법보다 느리고 비용이 많이 들며 생산효율이 낮은 단점이 있다(70). 반면 모시잎의 가장 보편화된 건조방법인 열풍건조는 동결건조에 비해 공정이 간단하고 건조시간이 빠르며 경제적이긴 하지만, 빠른 수분 손실로 인한 수축, 표면경화, 갈변화 반응 등으로 색상, 조직감, 맛 및 영양가 등에서 품질적 열화가 문제될 수 있다(71).

모시잎은 다양한 생리활성물질을 함유하고 있는 무공해 자연 건강식품으로 알려지면서 이에 대한 관심이 높아지고 있지만 대부분 모시잎송편으로만 활용되고 있는 실정이다. 모시잎 분말은 저장성 향상과 유통 및 사용의 간편성뿐만 아니라 다양한 식품의 가공 소재 및 건강기능성 식품의 소재로 사용될 수 있어 모시잎의 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 방법이라 사료된다. 하지만 모시잎이 식품소재로서 다양하게 활용되기 위해서는 생채보다 분말의 형태로 적용되는 것이 바람직함에도 건조특성에 관한 연구나 건조방법에 따른 품질의 비교에 대한 연구는 전무한 실정이며, 앞으로 모시잎 분말 제조 시 기능성을 최대화할 수 있는 효율적인 건조방법의 확립이 요구되리라 사료된다.

따라서 본 연구에서는 모시잎 분말의 영양성분 및 기능성성분의 손실을 최소화하여 건강기능성을 향상시킬 수 있고 경제적으로도 효율적인 건조방법을 구명하기 위해, 모시잎을 열풍건조 및 동결건조하여 일반성분 및 영양성분을 비교 분석하였다. 또한 *in vitro*에서 항산화 효과 및 위암, 폐암 및 간암세포의 암세포 증식 억제효과, 3T3-L1 지방전구세포와 돼지 지방전구세포의 증식과 분화 억제효과를 통한 항비만효과, *in vivo*에서 비만 및 제2형 당뇨 유발 *db/db* 마우스에서 항비만 및 항당뇨효과를 살펴봄으로써 서로 다른 건조방법이 모시잎의 영양성분 및 생리활성에 미치는 영향을 검토하여 모시잎 분말의 기능성 식품소재로의 활용에 필요한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

제2장 재료 및 방법

제1절 실험재료

본 실험에 사용한 모시잎은 2011년 9월에 영광모싯잎송편 영농조합법인으로부터 구입하여 수세한 후 전처리로 blanching 처리하였다. Blanching 처리의 목적은 모시잎의 경우 주로 삶은 모시잎을 이용하며, blanching은 살균효과가 있을 뿐만 아니라 품질저하에 관련되는 효소(peroxidase)를 불활성화시켜 품질 변화를 최소화하기 때문에 시행하였다. Blanching 조건은 100℃에서 1분간 blanching 후 흐르는 물에 1분간 수세하고 salad spinner(Caous, WINDAX, Seoul, Korea)를 이용하여 물기를 제거하였다. 열풍건조 모시잎은 데친 모시잎을 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO Co., Ltd., Jangseong, Korea)를 이용하여 60℃에서 40시간 건조시켰고, 동결건조 모시잎은 데친 모시잎을 -70℃ deep freezer(MDF-U52V, Sanyo, Osaka, Japan)에서 냉동시킨 후 동결건조기(ED 8512, Ilshin, yangju, Korea)를 이용하여 -70℃에서 72시간 건조시켰다. 데친 모시잎을 각각 1 kg씩 4회 건조하였으며, 건조수율은 건조 전 시료에 대한 건조 후 무게백분율로 계산하였다. 열풍건조 및 동결건조 된 모시잎은 분쇄기로 마쇄 후 -70℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

제2절 건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분

1. 일반성분 분석

모시잎의 일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C.) 방법(72)에 준하여 실시하였으며, 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였고, 식이섬유소는 효소중량법(Enzymatic-Gravimetric method)에 의하여 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 식이섬유소 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

2. 구성아미노산 분석

구성아미노산의 분석은 분해관에 시료 0.5 g을 18 mL test tube에 칭량하여 6 N HCl 3 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 120℃로 setting된 heatting block에 24시간 이상 동안 가수분해 시켰다. 가수분해가 끝난 시료는 50℃에서 rotary vacuum evaporator(Rotary vacuum evaporator, Eyela, Tokyo, Japan)로 산을 제거한 후 감압·농축하여 Sodium loading buffer로 10 mL로 정용하였다(73). 이중 용액 1 mL를 취하여 membrane filter(0.2 μM)로 여과한 다음 아미노산 자동분석기(S433-H, Sykam, Germany)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of amino acid autoanalyzer for total amino acids

Item	Condition
Instrument	S433-H(Sykam Germany)
Column	Cation separation column(LCA K06/Na)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	57 ~ 74℃
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	3.45 ~ 10.85
Wavelength	440 nm and 570 nm

3. 지방산 분석

지방산 분석은 Wungaarden의 방법(74)에 따라 시료 2 g을 chloroform-methanol로 추출·여과하여 감압·농축한 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하고 1N-KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞어 유지방울이 없어질 때까지 교반시킨 다음 14% BF3-Methanol 5mL를 가한다. 냉각기를 부착하여 5분간 80℃에서 가열하여 methylester화 하였고, 이 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 가하고, 다시 hexane 2 mL를 가하여 흔들어 섞은 후 시험관에 옮겨 정치하였고 상층을 분취하여 무수 Na_2SO_4를 넣어 수분을 제거하고 1 mL를 vial에 채취한 후 Gas Chromatography(GC-17A, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

Item	Condition
Instrument	GC-17A (Shimadzu, Japan)
Column	SP™-2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness)
Oven temp.	140℃(10 min) → 4℃/min → 240℃(30min)
Injection temp.	250℃
Detector temp.	260℃
Split ratio	1 : 80
Detector	Flame ionization detector
Analytic time	80 min/L sample

4. 비타민 분석

비타민 A와 비타민 E 분석은 식품공전 미량영양성분 시험법(75)을 기준으로 수행하였다. 시료 0.5 g, ascorbic acid 0.1 g 및 ethanol 5 mL를 취하여 80℃에서 10분간 가열한 후 50% KOH용액 0.25 mL을 첨가하고 20분간 가열한 다음 증류수 24 mL와 hexane 5 mL를 가하여 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상징액을 분리 후 hexane 40 mL를 가하고 Centrifugi하여 상징액을 분리한 다음 증류수를 가하여 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후, 전 용액을 합하여 Na_2SO_4로 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 hexane을 감압·농축한 후, HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 Table 3과 같다.

비타민 C 분석은 Rizzolo 등의 방법(76)에 따라 시료를 5 g을 metaphosphoric acid(HPO_3) 용액을 20 mL를 가하여 추출한 다음 1,900 ×g에서 20분간 원심분리한 후에 membrane filter(0.45 μm)로 여과하여 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 4와 같다.

Table 3. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E

Item	Condition
Instrument	LC-10AVP (Shimadzu, Japan)
Column	Shim-pack GLC-ODS (M) 250 mm
Eluent	acetonitrile : isopropanol = 95 : 5
Flow rate	1 mL/min.
Inj. volume	10 μL
Detection	Retinol : SPD-10A (UV-VIS Detector 254 nm) Tocopherol : RF-10A (Spectrofluorometric Detector

Table 4. Operation conditions of HPLC for vitamin C

Item	Condition
Instrument	LC-10AVP (Shimadzu, Japan)
Column	μBondapak C_{18} (3.9×300 mm, 10 μm)
Mobile phase	0.05 M KH_2PO_4 : acetonitrile(60:40)
Detector	UV-VIS Detector(254nm)
Flow rate	10 mL/min
Injection volume	20 μL

5. 무기질 분석

무기질 분석은 A.O.A.C.방법(72)에 따라 시료 0.5 g, 20% HNO_3 10 mL 및 60% $HClO_4$ 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 후, 0.5 M HNO_3으로 50 mL를 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합 후, 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고, 0.5 M HNO_3을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 Table 5와 같다.

Table 5. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals

Item	Condition							
Instrument	AA-6501GS (Shimadzu, Japan)							
Lamp Item	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Cu	Na	Zn
Wave length (nm)	422.7	248.3	766.5	285.2	279.5	324.8	330.2	213.9
Current (mA)	10	12	10	8	10	6	10	8
Slit Width (nm)	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Lighting Mode	BGC-D_2	BGC-D_2	Non-BGC	BGC-D_2	BGC-D_2	BGC-D_2	Non-BGC	BGC-D_2
Burner height (mm)	7	7	7	7	7	7	7	7
Fuel gas Flow (mL/min.)	2.0	2.2	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0

6. 유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등의 방법(77)에 따라 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 4시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 후 증류수로 10 mL로 정용하여 Ion chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며 분석조건은 Table 6과 같다.

Table 6. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids

Item	Condition
Instrument	DX-600 (Dionex, USA)
Column	Supelcogeltm C-610H column (300 × 3.9 mm, 4 μm)
Detector	Photodiode array detector (M990, Waters, MA, USA)
Mobile phase	0.1% phosphoric acid
Flow rate	0.5 mL/min
Inj. volume	15 μL
Wave length	200-300 nm (main 210 nm)

7. 구성당 분석

구성당 분석은 Gancedo 방법(78)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating mentle에서 75℃로 5시간 가열한 다음 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축 후 10 mL로 정용하여 Ion chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 7과 같다.

Table 7. Operating conditions of Ion chromatography for free sugars

Item	Condition
Instrument	DX-600 (Dionex, USA)
Column	CarboPac TM-PA10 Analytical (4 × 250 mm)
Guard	CarboPac TM-PA10
Eluent	18 mM NaOH
Flow rate	1.0 mL/min.
Inj. volume	20 μL
Detection	ED50 Intergrated Amperometry

8. 통계처리

모든 실험은 독립적으로 3회 반복 실시하여 얻은 결과로, 본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS program(SPSS version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 Student's *t*-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

제3절 건조방법에 따른 모시잎의 항산화효과 및 암세포 증식 억제효과

1. 시료추출

열풍 및 동결건조 된 모시잎 분말을 100 g 당 80% ethanol 1,500 mL을 첨가한 후 환류냉각관을 부착한 65℃의 heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 3시간씩 3회 추출한 다음 Whatman filter paper(No.2, GE Heathcare, Buckinghamshire, UK)로 여과하였으며, 여액을 40℃ 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100 Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압·농축한 다음 동결건조시켜 고형물 함량을 추출물 수율로 계산한 다음(79), 시료의 산화를 방지하기 위해 -70℃에 냉동 보관하면서 사용하였다.

2. 모시잎 에탄올 추출물의 항산화효과

가. 총 polyphenol 함량 측정

열풍 및 동결건조 된 모시잎 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis 법(80)에 따라 측정하였다. Test tube에 모시잎 에탄올 추출물을 각각 1 mL과 Folin reagent 2 mL을 넣은 후 실온에서 3분간 정치한 다음 10% Na_2CO_3 2 mL을 첨가하였고, 이를 혼합한 후 30℃에서 40분간 정치하였으며, UV-spectrophotometer (Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 tannic acid를 이용하여 최종농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL가 되도록 작성하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료 중의 총 polyphenol 함량을 구했다.

나. 총 flavonoid 함량 측정

총 flavonoid 함량은 Davis법을 변형한 방법(81)에 따라 측정하였다. 모시잎 에탄올 추출물 각각 1 mL에 diethylene glycol 2 mL를 첨가한 다음 1N NaOH 20 μL을 넣고 37℃ water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin을 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료중의 flavonoid 함량을 구했다.

다. Chlorogenic acid 함량 측정

Chlorogenic acid 함량은 sodium molybdate 방법(82)에 따라 측정하였다. 모시잎 에탄올 추출물을 각각 1 mL에 2 mL의 5% sodium molybdate solution(50% ethanol 용액으로 조제)과 혼합하고 여기에 2 mL의 50% ethanol 용액을 섞어 발색이 되도록 1시간 방치한 후 Whatman filter paper(No.2, GE Heathcare, Buckinghamshire, UK)로 여과하여 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 370 nm에서 흡광도를 측정하여 표준물질로 사용한 chlorogenic acid의 standard curve로부터 정량하였다.

라. DPPH radical 소거능 측정

모시잎 에탄올 추출물의 2,2-diphenyl - 1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Blois의 방법(83)을 이용하여 측정하였다. 모시잎 에탄올 추출물을 각각 1 mL과 0.2 mM DPPH 1 mL을 test tube에 취한 후 혼합하여 37℃에서 30분간 반응시켜 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, 활성의 비교를 위하여 양성대조군으로 vitamin C와 합성 항산화제인 BHA와 BHT를 이용하여 동일한 방법으로 측정하였다. 모시잎 추출물의 DPPH radical 소거능은 (1-시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100에 의하여 계산하여 나타냈다.

마. 항산화지수 측정

항산화지수(antioxidant index, AI)는 Joo 등의 방법(84)에 의하여 Rancimat (Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 모시잎 에탄올 추출물에 포함된 용매를 완전히 제거한 함량이 600 ppm이 되도록 soybean oil(Sigma Co., USA)에 첨가하고, 초음파(Ultrasonic processor, UCX-750, USA)를 이용하여 시료 추출물과 유지가 잘 혼합되도록 하였다. Rancimat의 측정 조건은 모시잎 추출물 각각 3.0 g을 반응용기(reaction vessel)에 취하고 증류수 70 mL를 측정용기(measuring vessel)에 넣은 후 110℃에서 air flow rate 20 L/h로 하여 산화안정성을 비교하였다. 모든 측정치는 3회 반복 실험하여 얻은 값의 평균치로 표시하였고, 기존의 상업용 항산화제인 BHA와 BHT와 천연 항산화제인 vitamin C를 유지에 대해 첨가하여 양성 대조군으로 비교 실험하였다.

3. 모시잎 에탄올 추출물의 암세포 증식에 미치는 효과

가. 세포 배양

본 실험에 사용한 암세포주는 인체 간암세포인 Hep G2, 인체 위암세포인 AGS, 인체 폐암세포인 A549로 한국세포주은행(KCLB)에서 분양 받아 사용하였다. 각 세포주는 100 units/mL의 penicillin-streptomycin(GIBCO, Rockville, USA)과 10%의 fetal bovine serum(FBS)이 함유된 RPMI(Rosewell Park Memorial Institute, USA) 1640, DMEM(Dulbeco Minimum Essential Medium), MEM(Minimum Essential Medium)배지를 사용하여 37℃, 5% CO_2 incubator(Model 311, Forma, USA)에서 배양하였다. 배양된 각각의 암세포는 일주일에 2~3회 refeeding하고, 6~7일 만에 phosphate buffered saline(PBS)로 세척한 후 0.05% trypsin-0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리해 원심분리 하였다. 그 후 집적된 암세포에 배지를 넣고 피펫으로 암세포가 골고루 분산되도록 잘 혼합하여 75 mL cell culture flask에서 계대 배양하면서 실험하였다.

나. 간암, 위암 및 폐암의 암세포 생존율 측정

암세포 성장억제 효과를 측정하기 위해 Ishiyama 등(85)의 방법에 따라 MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay로 실험하였다. 즉, 1×10^5 cell/well 농도로 96 well plate에 100 μL씩 분주한 후 37℃, 5% CO_2 배양기에서 24시간 배양 후, 전 배양에 사용된 배지를 제거하고 배지에 일정 농도로 희석된 추출물을 100 μL를 첨가하여 다시 24시간 배양하였다. 배양 완료 후 2 mg/mL 농도의 MTT 시약을 well 당 10 μL씩 분주한 다음 37℃, 5% CO_2 배양기에서 4시간 후 MTT 시약이 포함된 배지를 제거하고 DMSO(dimethyl sulfoxide) 100 μL를 가한 후 상온에서 발색시키고, ELISA Microplate Reader (ELx808, Bio Tek Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각각의 암세포 증식 억제율은 다음의 식에 따라 생존율을 표시하였다.

$$\text{Cell viability (\% of control)} = \frac{\text{시료처리군의 흡광도}}{\text{control 흡광도}} \times 100$$

4. 통계처리

모든 실험은 독립적으로 3회 반복 실시하여 얻은 결과로, 본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 세 집단 이상의 평균치 분석은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 통계적 유의성 검정은 $p<0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였으며, 두 진단 간 통계적 유의성 검정은 Student's *t*-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

제4절 건조방법에 따른 모시잎의 지방전구세포를 이용한 항비만효과

1. 모시잎 에탄올 추출물의 3T3-L1 지방전구세포의 증식과 분화 억제효과

가. 3T3-L1 지방전구세포 배양

3T3-L1 지방전구세포의 배양은 Chen 등(86)의 방법에 따라 실시하였다. 10% FBS를 함유한 DMEM 배지를 이용하여 6-well 배양접시에 증식은 1 × 10^5cell/well, 분화는 0.3 × 10^5cell/well을 접종하고 37℃의 5% CO_2 incubator에서 배양하였으며, 증식과 분화 모두 well당 2 mL의 배지를 사용하였다. 모시잎 추출물이 3T3-L1의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위해 세척을 한 날로부터 세포수를 측정하는 날까지 2일간 10% FBS를 포함한 DMEM 배지에 배양하였다. 모시잎 추출물이 3T3-L1의 분화에 미치는 영향을 알아보기 위해 세척한 날로부터 분화 측정 일까지 14일간 10% FBS를 함유한 DMEM 배지에 배양하였고 배지는 2일마다 교체해주었다. 또한 분화유도 첫날 분화유도를 위해 inulin(10 ㎍/mL), dexametasone(1 ㎛M), IBMX(0.5n mol/mL)를 첨가하였고, 2일 후에는 같은 양(10 ㎍/mL)의 insulin만으로 분화를 유도하였다. 대조군은 모시잎 에탄올 추출물을 희석하는데 사용된 dimethyl sulfoxide(DMSO)를 처리하였으며, 모시잎 에탄올 추출물은 세포를 세척한 날로부터 2일 동안 처리하였다.

나. 3T3-L1 지방전구세포의 증식 측정

3T3-L1 지방전구세포의 증식은 trypsin 처리 후 세포 수를 측정하였는데 그 방법은 다음과 같다. 세포의 증식기가 끝난 후 6 well plate에서 배지를 모두 제거하고 1 mL의 versene으로 plate를 헹구어준 후, 360 μL의 versene과 40 μL의 trypsin 넣고 골고루 섞은 뒤 5분 동안 incubation 시켜 세포를 plate 바닥에서 떨

어뜨린 후 1.5 mL eppondorf tube에 cell을 수집하였다. Cell suspension 10 μL를 사용하여 Hematocytometer(Wenk Labtec)로 세포수를 측정하였다.

다. 3T3-L1 지방전구세포의 분화 측정

3T3-L1 지방전구세포의 성숙세포로의 분화 정도는 배양중인 세포의 glycerol-3-phosphate dehydrogenase(GPDH)의 활성도를 측정함으로써 규명하였는데, 기본적으로 Wise와 Green(87)의 방법을 사용하였다. 세포배양이 끝난 후 6-well plate의 배양액을 완전히 제거하고 phosphate buffer saline(PBS)로 남아있는 배양액을 씻어낸 후 260 μL homogenizing buffer(pH 7.4; 0.25 M sucrose, 5 mM Tris base, 1 mM EDTA, 1 mM dithiothreitol)를 이용하여 6-well plate의 세포를 scrapping하여 1.5 mL eppendorf tube에 수집해 가루 얼음 위에 꽂아두었다. 다음으로 6 watt로 10초 동안 세포를 sonication(Sonics & Materials, Ins., Newtown, USA) 시켜 2,580 ×g으로 4℃에서 10분 동안 원심분리 시켰다. 상층액(supernant) 200 μL를 취해서 새로운 eppendorf tube에 옮긴 후 assay buffer(100 mM triethanolamine, 2.5 mM EDTA, 0.1 mM β-mercaptoethanol, 0.176 NADH) 800 μL와 기질인 0.16 μM dihydroxyacetone phosphate lithium solution 100 μL 그리고 상층액 150 μL를 cuvette에 넣고 shaking한 뒤 spectrophotometer(Shimadzu UV-Visible Spectrophotometer, UV-1601, Kyoto, Japan)를 이용하여 340 nm에서 흡광도를 측정하여 GPDH 활성을 측정하였다.

라. 3T3-L1 지방전구세포의 중성지방 함량 측정

3T3-L1 지방전구세포의 분화 유도 중에 생성된 중성지방을 효소적인 방법으로 확인하였다. 분화 유도 및 유지된 세포를 PBS를 이용하여 3회 수세한 후, 200 μL의 M-PER mammalian cell extraction solution(Pierce Inc., Rockford, USA)를 넣어 세포를 삼투압 파쇄 방법으로 분쇄하였다. 분쇄한 세포용액은 1.5 mL microtube에 옮긴 후, 30분간 얼음에서 방치하여 세포가 완전하게 용해되도록 하였

다. 시간 경과 후, 4℃에서 1,792 ×g로 원심 분리하여 상층액을 실험에 사용하였다. Glycerol standard(Sigma-Aldrich, Louis, USA)을 이용하여 농도별로 희석한 후 (39.0625~2,500 ㎍/mL), 대조군으로 사용하였다. 96 well ELISA plate에 160 µL의 free glycerol reagent를 넣고 5 µL의 water(blank), glycerol standard, sample을 각각의 well에 넣었다. Tapping하여 plate를 흔들어 각 well의 용액이 섞이도록 한 후 37℃에서 5분간 배양하고 540 ㎚에서 initial absorbance (IA)를 측정하였다. 각 well에 40 µL의 triglyceride reagent를 넣고 tapping 하여 섞어준 후, 37℃에서 5분간 추가적으로 반응시킨 후 540 ㎚에서 final absorbance (FA)를 측정한다. IA와 FA를 이용하여 시료내의 중성지방의 농도를 산출하였다.

2. 모시잎 에탄올 추출물의 돼지 지방전구세포의 증식과 분화 억제효과

가. 돼지 지방전구세포 분리

돼지 지방전구세포(preadipocytes)는 신생자돈의 등지방 조직에서 분리해서 배양을 하였으며, 등지방 조직을 사용하는 이유는 지방전구세포의 분리가 용이하기 때문이다. 생후 1~2일령 된 체중 1.6~1.7 kg 신생 자돈을 CO_2 gas를 이용하여 질식사 시킨 후 30% 요오드로 세척한 후 다시 70% 알코올로 세척한 후 등 쪽 첫 번째 갈비부근에서 등지방 조직을 8~10 g 정도 떼어냈다. 이 조직을 잘게 세절한 후에 collagenase와 함께 shaking water bath에서 40분 동안 배양한 후 250 µL nylon screen으로 여과해서 소화 안 된 지방조직을 제거하였다. 여과 후 1,500 ×g으로 10분 동안 원심분리 해서 지방전구세포가 들어있는 침전물을 Kreb's ringer bicarbonate(KRB) buffer에 녹여서 1,796 ×g으로 10분간 원심분리 후에 75 µL nylon screen으로 여과 후 지방전구세포를 수집하였다.

나. 돼지 지방전구세포 배양

돼지 지방전구세포의 배양은 Suryawan 등(88)의 방법에 따라서 실시하였다. 수집한 지방전구세포 수를 hematocytometer(Wenk Labtec)를 이용하여 조사한 후, 10% FBS를 함유한 DMEM/F-12 배지를 이용하여 6-well 배양접시에 증식은 0.5 × 10^6cell/well, 분화는 1.0 × 10^6cell/well을 접종하고 37℃의 5% CO_2 incubator에서 배양하였으며, 증식과 분화 모두 well당 2 mL의 배지를 사용하였다. 접종한 다음날 적혈구(RBC)와 같은 이물질 등을 제거하기 위해 FBS를 함유하지 않은 DMEM/F-12배지로 2회 세척하였다. 모시잎 추출물이 지방전구세포의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위해 세척을 한 날로부터 세포수를 측정하는 날까지 10% FBS를 포함한 배지에 배양하였다. 모시잎 추출물이 지방전구세포의 분화에 미치는 영향을 알아보기 위해 세척한 날로부터 분화 측정 일까지 10% FBS와 insulin(600 μg/mL), transferrin(1 μg/mL) 및 hydrocortisone(500 μg/mL)을 함유한 DMEM/F-12를 사용하여 배양하였고, 배지는 2일마다 교체하였다. 대조군은 모시잎 에탄올 추출물을 희석하는데 사용된 DMSO를 처리하였으며, 모시잎 에탄올 추출물은 세포를 세척한 날로부터 2일 동안 처리하였다.

다. 돼지 지방전구세포의 증식 측정

돼지 지방전구세포의 증식은 trypsin 처리 후 세포 수를 측정하였는데 그 방법은 다음과 같다. 세포의 증식기가 끝난 후 6 well plate에서 배지를 모두 제거하고 1 mL의 versene으로 plate를 헹구어준 후, 360 μL의 versene과 40 μL의 trypsin 넣고 골고루 섞은 뒤 5분 동안 incubation 시켜 세포를 plate 바닥에서 떨어뜨린 후 1.5 mL eppondorf tube에 cell을 수집하였다. Cell suspension 10 μL를 사용하여 Hematocytometer(Wenk Labtec)로 세포수를 측정하였다.

라. 돼지 지방전구세포의 분화 측정

돼지 지방전구세포의 성숙세포로의 분화 정도는 Wise와 Green(87)의 방법으로 배양중인 세포의 GPDH의 활성도를 측정함으로써 규명하였는데 GPDH는 dehydroxyaceton phosphate를 glycerol-3-phosphate로 바꾸는데 관여하는 효소이다. 이 glycerol-3-phosphate는 중성지방 합성의 원료가 되고 중성지방은 성숙한 지방세포에서 만들어지기 때문에 GPDH 활성도를 지방전구세포의 성숙지방세포로의 분화 정도를 측정하는 효소로 사용되었다.

마. 돼지 지방전구세포의 중성지방 함량 측정

돼지 지방전구세포의 분화 유도 중에 생성된 중성지방을 효소적인 방법으로 확인하였다. 분화 유도 및 유지된 세포를 PBS를 이용하여 3회 수세한 후, 200 μL의 M-PER mammalian cell extraction solution(Pierce Inc., Rockford, USA)를 넣어 세포를 삼투압 파쇄 방법으로 분쇄하였다. 분쇄한 세포용액은 1.5 mL microtube에 옮긴 후, 30분간 얼음에서 방치하여 세포가 완전하게 용해되도록 하였다. 시간 경과 후, 4℃에서 10,000 ×g로 원심분리 하여 상청 액을 실험에 사용하였다. Glycerol standard(Sigma-Aldrich, Louis USA)을 이용하여 농도별로 희석한 후(39.0625~2500 ㎍/mL), 대조군으로 사용하였다. 96 well ELISA plate에 160 μL의 free glycerol reagent를 넣고 5 μL의 water(blank), glycerol standard, sample을 각각의 well에 넣었다. Tapping하여 plate를 흔들어 각 well의 용액이 섞이도록 한 후 37℃에서 5분간 배양하였다. 540 ㎚에서 initial absorbance(IA)를 측정하였다. 각 well에 40 μL의 triglyceride reagent를 넣고 tapping 하여 섞어준 후, 37℃에서 5분간 추가적으로 반응시켰다. 540 ㎚에서 final absorbance(FA)를 측정한다. IA와 FA를 이용하여 시료내의 중성지방의 농도를 산출하였다.

바. Oil Red O staining

지방전구세포의 분화 및 성숙 6일 후에 배지를 제거한 후 PBS를 이용하여 수차례 세척하고 10% formalin 용액을 이용하여 세포를 고정하고 세포내 생성된 lipid droplet과 특이적으로 반응하는 0.3% Oil Red O(Sigma O0625) 용액을 이용하여 염색하였으며, 염색된 세포는 현미경으로 관찰하였다.

3. 통계처리

모든 실험은 독립적으로 3회 반복 실시하여 얻은 결과로, 본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 세 집단 이상의 평균치 분석은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 통계적 유의성 검정은 $p<0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였으며, 두 진단 간 통계적 유의성 검정은 Student's *t*-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

제5절 모시잎의 *db/db* 마우스에서 항비만 및 항당뇨효과

1. 실험동물 사육 및 식이

본 연구에 사용한 *db/db* 마우스는 6주령 수컷으로 Japan SLC Inc.(Shizuoka, Japan)에서 생산하여 중앙실험동물(주)(Seoul, Korea)를 통하여 공급받았으며, 1주일 간의 검화 및 순화를 거쳐 적응기간 후 체중과 혈당을 측정하여 당뇨가 유발된 것을 확인하여 실험실시에 적합하고 일반증상이 없는 동물 24마리를 선별하였으며, 난괴법에 따라 각 실험군 당 8마리 씩 3군으로 나누어 6주간 실시하였다. 실험군은 Table 8에서와 같이 3군 모두 정상식이를 급여하였고 각 군마다 물질의 농도를 달리하여 존대로 경구 투여하였다. 실험군은 control군, 열풍건조 모시잎 에탄올 추출물 저농도 투여군(HRL, 200 mg/kg of b.w./day) 및 열풍건조 모시잎 에탄올 추출물 고농도 투여군(HRH, 400 mg/kg of b.w./day)으로 나누었다. 실험군의 식이조성은 Table 9에서와 같이 AIN-93 정제식이(89)를 제조하여 사용하였다. 물과 식이는 제한 없이 공급하였고 사육실 온도는 18±2℃로 유지하였으며, 조명은 12시간 주기(08:00～20:00)로 조절하였다. 최종 체중에서 실험개시 전의 체중을 감하여 실험개시 전의 체중으로 나누어 체중증가율로 표시하였다.

Table 8. Experimental design

Groups	Diet composition
Control	Normal diet
HRL	Normal diet + Hot air dried ramie leaf ethanol extract (200 mg/kg, b.w./day, p.o.)
HRH	Normal diet + Hot air dried ramie leaf ethanol extract (400 mg/kg, b.w./day, p.o.)

[1)]Modified AIN-93 diet(89).

Table 9. Composition of experimental diet

(g/kg)

Diet Composition	Normal diet
Casein	200
L-methionine	3
Corn starch	500
Sucrose	100
Cellulose	50
Corn oil	100
Mineral mix[1)]	35
Vitamin mix[2)]	10
Choline chloride	2

[1,)2)]AIN-93-MX mineral mixture and AIN-93-VX vitamin mixture(89).

2. 혈액 및 장기채취

6주간 사육한 실험동물은 사양시험 종료 후 12시간 절식시킨 후 CO_2로 가볍게 마취한 다음 개복한 후 복부대동맥에서 채혈하여 일부는 혈당과 당화 헤모글로빈 함량 측정에 사용하였으며, 나머지는 4℃에서 30분간 방치한 후 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 후 혈청을 분리하여 혈청 중 포도당, 인슐린, 지질 함량 및 효소 활성 측정용 시료로 사용하였다. 그리고 간과 지방조직을 적출하여 0.9% 생리식염수로 남아 있는 혈액 및 기타 부착물질을 제거하고 여지로 수분을 제거한 후 무게를 측정하였다.

3. 혈액의 생화학적 검사

혈청 중 alanine aminotransferase(ALT) 및 asparate aminotransferase(AST) 활성과 혈청 중 중성지방(Triglyceride, TG), 총콜레스테롤(Total cholesterol, TC), HDL-콜레스테롤 함량은 혈액생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3500, Fujifilm, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. LDL-콜레스테롤 함량은 Friedwald 식 {총콜레스테롤 - (HDL-콜레스테롤 - 중성지방/5)}(90)에 의하여 계산하였다.

4. 전혈의 혈당 변화 측정

전혈의 혈당 변화 측정은 실험식이 급여 0, 2, 4 및 6주째 실험동물을 12시간 절식시킨 후 꼬리 정맥에서 채혈하여 혈당측정기(Accu-chek active, Roche, Mannheim, Germany)를 사용하여 측정하였다.

5. 혈중 인슐린 및 당화헤모글로빈 함량 측정

혈청 중 인슐린 함량은 insulin radioimmunoassay kit(EIKEN Chemical Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 혈중 당화 헤모글로빈(HbA_{1c}) 함량은 채혈한 전혈에서 MicroMat^{TM} Ⅱ Hemoglobin 분석기(Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 이용하여 측정하였다.

6. 당부하 검사 및 혈당반응면적

포도당의 내성능을 측정하기 위하여 당부하 검사(Oral glucose tolerance test)를 실시하였다. 당부하 검사는 실험 종료 1일 전에 마우스를 12시간을 절식시킨 후 포도당 2 g/kg의 용량으로 경구투여 한 다음 0, 30, 60, 90 및 120분 간격으로 꼬리정맥에서 혈액을 취한 후 혈당을 측정하였다. 내당능 검사에 따른 혈당반응면적(Area under the curve, AUC)은 Pruessner 등(91)이 제시한 아래의 공식의 공식을 이용하여 산출하였다.

AUC= [{(M2+M1)/2}+{(M3+M2)/2}+{(M4+M3)/2}+{(M5+M4)/2}

(M1=0분, M2=30분, M3=60분, M4=90분, M5=120분 경과 시점의 혈당)

7. 통계처리

본 실험에서 얻어진 통계분석 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용해서 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 그룹간 평균차에 대한 통계적 유의성을 검정하기 위해 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 실시 한 후 $p<0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용한 사후검정(Post-Hoc test)을 실시하였다.

제3장 실험결과 및 고찰

제1절 건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분

1. 건조수율

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 건조수율은 Table 10과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 건조수율은 각각 11.47%와 10.81%로 건조방법에 따른 건조수율의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. Kim 등(92)의 연구에서 건조방법에 따른 삼백초의 건조수율은 동결건조 시료에서 20.1%로 가장 높았고, 다음으로 양건 시료(18.6%) 및 열풍건조 시료(17.9%)의 순이었다고 보고되었다. 반면, Lee 등(93)이 보고한 건조방법에 따른 와송의 건조수율은 열풍건조(10.00%), 동결건조(8.20%), 양건(6.25%) 순으로 높게 나타났다. 따라서 건조방법에 따른 건조수율은 시료마다 차이를 보이는 것으로 사료된다.

Table 10. Drying yield of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Drying method	Drying yields (%)
Hot air drying	11.47±0.63[1)]
Freeze drying	10.81±0.55

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

2. 일반성분

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 일반성분 함량은 Table 11과 같다. 건물량 기준(dry matter basis) 열풍건조 모시잎의 일반성분 함량은 수분 3.17%, 조단백질 27.42%, 조지방 7.02%, 조회분 16.86%, 식이섬유소 35.58% 및 탄수화물 9.95%이었다. 동결건조 모시잎의 일반성분 함량은 수분 3.54%, 조단백질 28.79%, 조지방 7.80%, 조회분 16.33%, 식이섬유소 33.70% 및 탄수화물 9.48%이었다. Park(94)의 연구에서는 동결건조한 모시잎 분말의 일반성분을 분석한 결과 수분 함량 5.42%, 조단백질 28.15%, 조지방 6.95%, 조회분 15.27%, 식이섬유소 39.66% 및 탄수화물 4.55% 함유되어 있다고 보고하였다. 이와 본 연구결과의 동결건조 모시잎과 비교해 보면 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량은 대체로 유사하였으나, 식이섬유소와 탄수화물 함량은 차이를 보였다. 식이섬유소 함량의 차이는 모시잎의 채취지역, 채취시기, 생육환경 등에 의한 차이도 있겠지만, 본 연구에서는 전처리로 시행한 blanching에 의해 조리수에 수용성 식이섬유소가 용출되어 식이섬유소 함량이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 또한 식이섬유소 함량의 감소에 따라 상대적으로 탄수화물의 함량은 blanching 후 동결건조한 본 연구에서 높게 나타났다.

모시잎의 일반성분 함량을 다른 산채류와 비교해보면, 모시잎과 같이 떡에 주로 이용되는 쑥(사자발쑥)의 일반성분 함량은 수분 8.36%, 조단백질 19.86%, 조지방 2.49%, 조회분 11.51%로(95), 모시잎이 쑥에 비하여 조단백질, 조지방, 조회분 함량 모두 높은 것으로 나타났다. Shin 등(96)이 보고한 다양한 취나물류의 일반성분 함량은 조단백질 8.7~13%, 조지방 5.2~9.0%, 조회분 12.2%~15.9% 수준으로, 조단백질과 조회분의 함량은 취나물에 비하여 모시잎이 더 높았고, 조지방의 함량은 비슷한 것으로 나타났다. 또한 산채류이면서 모시잎과 비슷한 형태의 방아잎의 일반성분 함량은 조단백질 11.61%, 조지방 9.54%, 조회분 12.01%로(97), 모시잎이 방아잎에 비하여 조단백질, 조회분의 함량은 높았으나 조지방은 함량은 낮은 것으로 나타나, 모시잎은 다른 산채류와 비교해 조단백질과 무기질의 함량을 나타내는 척도인 조회분의 함량은 다소 높은 것으로 생각된다.

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 식이섬유소의 함량은 각각 35.58%와 33.70%로 검출되었다(Table 11). 모시잎과 같은 산채류인 동결건조한 쑥, 참취, 곰취의 식이섬유소는 각각 45.38%, 40.17%, 39.45%를 함유하였고(98), 열풍건조한 참나물과 취나물의 식이섬유소 함량은 각각 35.8%와 46.4%라 보고되었다(99). 또한

산채류와는 달리 식이섬유소가 풍부하다고 알려진 당근과 양배추의 식이섬유소 함량은 24.75%와 20.73%로(100), 모시잎의 식이섬유소 함량을 산채류 및 채소류와 비교해 보면 모시잎의 식이섬유소 함량은 다른 산채류에 비해서는 낮은 함량을 보였지만, 채소류와 비교해 보면 모시잎의 식이섬유소 함량은 높은 것으로 나타났다.

본 연구결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 일반성분 함량은 대체적으로 비슷한 비율로 나타났으나, 식이섬유소 함량은 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김의 일반성분 함량은 열풍건조(50, 55, 60℃) 및 동결건조를 진행한 시료 사이에 거의 차이가 없었으나, 열풍건조를 진행한 시험구의 총 식이섬유소의 함량은 동결건조를 진행한 시험구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며, 열풍건조 온도에는 영향을 받지 않았다는 Jin 등(100)의 결과와 유사하였다. 또한 Kim 등(101)도 양파를 동결건조, 진공건조, 열풍건조의 방법으로 건조 분말화한 후 일반성분을 측정한 결과, 건조방법에 따른 일반성분의 차이는 크게 나타나지 않았다고 보고하였고, 더덕을 열풍건조(50, 60℃) 및 동결건조 한 Jin 등(102)도 일반성분 함량은 동결건조 및 열풍건조를 실시한 시험구들 사이에 변화가 없었고 식이섬유소 함량은 열풍건조를 실시한 시험구가 동결건조를 실시한 시험구보다 높게 나타났다고 보고하였다. 따라서 이상의 연구들에서와 같이 열풍건조 및 동결건조의 건조방법은 일반성분 함량에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 본 연구에서 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 식이섬유소의 함량이 유의적으로 높게 나타났는데, 이는 열풍건조에 의한 가열처리로 인하여 세포벽 구조가 파괴되어 셀룰로오스가 유리되어 나와 불용성 식이섬유소의 함량이 증가되었거나(103), 혹은 가열에 의해 갈락트유론산(galacturonic acid)의 사슬이 끊어져 펙틴질이 용해되고 불용성 식이섬유소를 구성하는 성분들이 가열처리에 의해 용해되어 수용성 성분으로 측정되어 수용성 식이섬유소가 증가됨으로써(104,105) 결과적으로 총 식이섬유소의 함량이 증가된 것이라 사료된다.

본 연구결과 식이섬유소를 제외한 일반성분 함량의 경우 열풍건조 및 동결건조로 인한 건조방법에 따른 일반성분 함량의 유의적인 차이는 없었고, 식이섬유소 함량은 동결건조에 비하여 열풍건조 시에 더 높게 나타났다. 따라서 이러한 결과로 볼 때 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 식이섬유소, 탄수화물의 일반성분 함량은 건조시간이 길고 원가가 비싼 동결건조를 이용하기 보다는 원가가 저렴하고 편한 열풍건조를 이용하는 것이 더 효율적인 방법이라 사료된다.

Table 11. Proximate compositions of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(% dry basis)

Composition	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Moisture	3.17±0.18[2)]	3.54±0.05
Crude protein	27.42±0.55	28.79±0.61
Crude fat	7.02±0.41	7.80±0.52
Crude ash	16.86±0.35	16.33±0.44
Dietary fiber	35.58±0.85*	33.70±0.75
Carbohydrate[1)]	9.95±0.27	9.84±0.24

[1)]Carbohydrate = 100-(moisture+crude protein+crude fat+crude ash+dietary fiber)

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

*Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at *$p<0.05$.

3. 구성아미노산

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 구성아미노산 함량은 Table 12와 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말 모두 8종의 필수아미노산과 9종의 비필수아미노산이 검출되어 총 17종의 아미노산이 검출되었다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 아미노산 함량은 각각 18,124.88 mg/100 g과 28,740.08 mg/100 g으로 동결건조 모시잎이 열풍건조 모시잎에 비하여 높게 나타났다. 또한 총 구성아미노산 함량뿐만 아니라 검출된 17종의 아미노산 함량 모두 동결건조 모시잎이 열풍건조 모시잎에 비하여 유의하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 열풍건조(50℃, 48시간) 및 동결건조 매생이의 구성아미노산을 분석한 결과, 열풍건조 시료에 비하여 동결건조 시료에서 총 아미노산 함량이 높았다는 Son 등(106)의 연구결과와 유사하였다. 그러나 열풍건조 온도와 시간 등 건조 조건의 차이로 인하여 Son 등(106)의 연구에서는 건조방법에 따른 함량의 유의차는 없었으나, 더 높은 온도(60℃)에서 열풍건조한 본 연구에서는 아미노산이 더 많이 파괴되어 건조방법에 따른 유의차를 보인 것으로 사료된다.

열풍건조 모시잎의 경우 구성 아미노산 중 aspartic acid가 2,246.99 mg/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 glutamic acid, leucine, alanine, arginine, valine 순이었다. 동결건조 모시잎은 glutamic acid가 3,463.69 mg/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 aspartic acid, leucine, lysine, arginine, alanine 순이었다. 이와 같이 열풍건조 및 동결건조의 건조방법에 따른 구성아미노산의 조성과 함량에 차이를 보였고, 건조방법과는 무관하게 모시잎의 주요 구성아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, leucine인 것으로 나타났다. Park 등(56)이 보고한 동결건조 모시잎의 총 구성아미노산 함량은 16,455.17 mg%로 본 연구결과보다 낮은 함량을 보였고, aspartic acid, glutamic acid, leucine, histidine, phenylalanine, alanine 순으로 검출되어 본 연구결과와 다소 차이를 보였으나 주요 구성아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, leucine으로 일치하였다. 다른 산채류와 비교해 보면 쑥(107)과 방아잎(108)의 구성아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine 순으로 모시잎의 주요 구성아미노산과 유사하였다. 하지만 들깨잎(109)은 glutamic acid, alanine, serine 순이었고, 머위잎(110)은 aspartic acid, glutamic acid, arginine 순으로 모시잎의 구성아미노산 조성과는 차이를 보였다.

구성아미노산 중 검출된 8종의 필수아미노산의 함량은 열풍건조 및 동결건조 모시잎 각각 7,614.04 mg/100 g과 12,690.24 mg/100 g으로, 열풍건조 모시잎에 비하여 동결건조 모시잎의 함량이 더 높았다. 또한 총 구성아미노산에 대한 필수아미노산의 비율도 각각 42.01%와 44.16%로 동결건조 모시잎에서 더 높게 나타났다. Park 등(56)이 보고한 동결건조 모시잎의 총 구성아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 44.65%로 본 연구의 동결건조 모시잎의 결과와 일치하였다. 다른 산채류와 비교해 보면 방아잎(108)과 머위잎(110)의 총 구성아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 각각 37.82%와 34.81%로 보고되어, 방아잎과 머위잎에 비하여 모시잎의 필수아미노산 비율이 높은 것으로 나타났다. Choi와 Lee(111)는 방아잎의 유엽 및 성엽의 채취시기에 따른 구성아미노산의 함량을 분석한 결과, 유엽 및 성엽의 총 아미노산 함량은 2417.7~4660.4 mg%와 1159.6~2564.1 mg%로 유엽의 총 아미노산 함량이 높았고, 채취시기에 따라 총 구성아미노산 함량뿐만 아니라 각 구성아미노산의 조성과 함량에도 다소 차이를 보였다. 이에 따라 구성아미노산의 함량은 품종, 건조방법, 분석 방법에 따른 차이도 있겠지만 같은 품종이라도 채취시기와 유엽/성엽에 따른 함량과 조성에도 차이를 보이는 것으로 보인다.

본 연구결과 모시잎에는 다량의 아미노산이 함유되어 있으며, 특히 필수아미노산의 함량도 총 아미노산 함량 중 절반 수준에 가까운 높은 함유량을 보여 모시잎은 좋은 필수아미노산 영양원으로 영양적 가치가 높은 것으로 생각된다. 건조방법에 따른 총 구성아미노산 함량, 필수아미노산 함량 및 총 구성아미노산에 대한 필수아미노산의 비율 모두 열풍건조 모시잎에 비하여 동결건조 모시잎에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 열풍건조로 인한 열처리에 의하여 아미노산이 파괴되어 함량의 감소를 보이는 것으로 보인다. 따라서 모시잎의 구성아미노산 분석은 열풍건조 보다는 동결건조 방법을 택하는 것이 좋을 것으로 판단되며, 동결건조가 어려운 경우 열풍건조 시 낮은 온도에서 건조시키는 것이 아미노산의 손실을 줄일 수 있는 방법이라 사료된다.

Table 12. Contents of total amino acids in ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(mg/100 g)

Amino acid	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Essential		
Valine	1,137.76±25.57[3)]***	1,795.73±42.27
Methionine	169.77±6.26***	287.74±9.25
Isoleucine	878.97±12.52***	1,461.70±21.35
Leucine	1,699.64±32.78***	2,876.55±32.32
Threonine	927.02±10.25***	1,511.41±16.25
Phenylalanine	1,054.26±18.20***	1,816.74±13.57
Histidine	617.19±5.74***	924.49±8.36
Lysine	1,129.43±12.01***	2,015.88±13.92
Total EAA[1)]	7,614.04±20.52***	12,690.24±96.68
Non-essential		
Aspartic acid	2,246.99±64.74**	2,880.92±87.01
Serine	933.86±13.25***	1,489.06±12.73
Glutamic acid	2,162.36±58.35**	3,463.69±65.75
Proline	969.95±11.75***	1,492.36±23.45
Glycine	1,051.00±36.25***	1,691.87±29.35
Alanine	1,388.21±23.85***	1,945.88±25.37
Cystine	66.46±1.23**	108.53±2.46
Tyrosine	487.18±8.24***	988.96±5.68
Arginine	1,204.84±25.96***	1,988.58±32.25
Total AA[2)]	18,124.88±60.25***	28,740.08±78.21
EAA/AA(%)	42.01%	44.16%

[1)]Total EAA: Total essential amino acid.

[2)]Total AA: Total amino acid.

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

*Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at **$p<0.01$, ***$p<0.001$.

4. 지방산

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 지방산 조성은 Table 13과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 포화지방산 7종, 단일불포화지방산 6종, 다가불포화지방산 3종의 총 16종의 지방산이 검출되었다. 열풍건조 모시잎의 지방산 조성은 구성지방산 중 linoleic acid가 21.91%로 가장 높았고, 다음으로 palmitic acid 21.35%, arachidic acid 15.42%, linolenic acid 9.89% 순이었다. 동결건조 모시잎은 palmitic acid가 19.60%로 가장 높았고, linoleic acid 18.58%, arachidic acid 15.55%, linolenic acid 14.42% 순이었다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 지방산 함량은 다소 차이를 보였으나, 모시잎의 주요지방산은 linoleic acid, palmitic acid, arachidic acid, linolenic acid 인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 일반적으로 잎채소의 지방산은 linolenic acid, linoleic acid 및 palmitic acid의 함량이 월등히 많다고 보고한 연구결과(112,113)와 유사한 경향이었다. Lee 등(114)이 보고한 모시잎의 지방산 조성은 linolenic acid 33.14%, linoleic acid 30.39%, palmitic acid 11.78%, oleic acid 8.46% 순으로 본 연구결과와 차이를 보였다. 이러한 차이는 품종, 채취시기, 생육환경, 건조방법 등의 시료 및 분석방법의 차이로 기인된 것이라 사료된다. 같은 산채류와 비교해 보면 방아잎(108)의 지방산 조성은 linoleic acid가 35.45%로 가장 높았고, 다음으로 palmitic acid, lauric acid, linoleic acid, oleic acid 순이었으며, 머위잎(110)의 지방산 조성은 linolenic acid가 53.32%로 가장 높았고, 다음으로 linoleic acid, palmitic acid, γ-linolenic acid 순이라 보고되어 본 연구의 모시잎의 지방산 조성과 차이를 보였다.

열풍건조 및 동결건조 모시잎의 불포화지방산의 함량은 각각 44.16%와 45.73%로, 머위잎(110)의 79.73%, 방아잎(108)의 48.08% 보다는 낮은 함량을 보였다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 포화지방산 함량은 각각 55.84%와 54.27%, 단일불포화지방산은 각각 11.96%와 12.17%, 다가불포화지방산은 각각 32.20%와 33.56% 이었다. 건조방법에 따른 포화지방산과 불포화지방산 함량의 유의차는 없었으나 포화지방산 함량은 열풍건조 모시잎이 더 높았고, 단일불포화지방산 및 다가불포화지방산 함량은 동결건조 모시잎이 더 높은 경향을 나타내었다. 이는 Kim 등(115)의 결과와 본 연구결과와 유사하였다.

본 연구에서 열풍건조 시 불포화지방산의 함량은 감소되고 포화지방산의 함량은

증가하였다. 이러한 결과는 불포화지방산은 불안정한 구조를 가지고 있어 공기 중의 산소, 빛, 열 등에 의해 산화되기 쉬워, 열풍건조 시에 불포화지방산의 산화로 인한 감소로 인해 상대적으로 포화지방산의 비율이 높아진 것으로 생각된다. Kwon 등(116)도 동결건조 및 열풍건조에 따른 마의 지방산 조성을 분석한 결과, 동결건조 시에는 지방산 조성의 변화가 거의 나타나지 않았으나, 열풍건조의 경우에는 oleic acid, linolenic acid의 감소와 포화지방산의 증가 현상이 현저하게 나타나 본 연구결과와 유사하였다.

Kim과 Choi(117)는 생쑥을 건조방법에 따른 지방산 조성을 분석한 결과 다가불포화지방산의 함량은 양건시킨 쑥이 31.67%로 가장 적었고, 음건시킨 쑥은 34.88%, 열풍건조 시킨 쑥은 36.36%였으며, 동결건조 시킨 쑥은 39.38%로 가장 높았다고 하여 열풍건조는 다가불포화지방산의 산화로 인한 함량의 감소를 유발시키지만, 양건 및 음건 보다는 다소 안정함을 알 수 있었다. 또한 Kim과 Park(118)은 5가지 방법(양건, 음건, 50, 70℃ oven 건조, 동결건조)으로 건조시킨 쑥의 정유 성분을 분석한 결과, 어느 방법이든지 생체 시료에서 추출해 낸 성분보다 적은 성분과 함량을 나타내었으나 동결건조에서는 다른 건조방법들보다 2~3배 높은 함량을 나타내었다고 보고하였다.

본 연구결과 열풍건조 및 동결건조에 따른 지방산 조성의 유의적 차이는 없었으나 열풍건조로 인하여 불포화지방산의 함량이 다소 감소됨으로써 상대적으로 포화지방산의 함량이 높게 나타났다. 따라서 모시잎의 향취미를 그대로 유지시키고 산화되기 쉬운 지방산들의 변화를 적게 하기 위해서는 열풍건조에 비하여 동결건조가 적합한 방법이라 사료된다.

Table 13. Compositions of fatty acids in ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(g/100 g total fatty acids)

Fatty acid	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Myristic acid (C14:0)	0.20±0.01[1)*]	0.30±0.01
Palmitic acid (C16:0)	21.35±0.63	19.60±0.57
Stearic acid (C18:0)	4.55±0.18	4.40±0.15
Arachidic acid (C20:0)	15.42±0.45	15.55±0.35
Heneicosanoic acid (C21:0)	8.49±0.29[*]	11.02±0.55
Behenic acid (C22:0)	2.04±0.17[**]	0.78±0.08
Lignoceric acid (C24:0)	3.79±0.21[**]	2.62±0.12
Saturated	**55.84±0.56**	**54.27±0.48**
Palmitoleic acid (C16:1)	1.65±0.02[**]	2.46±0.13
Elaidic acid (C18:1n9t)	2.26±0.07	2.56±0.11
Oleic acid (C18:1n:9c)	2.46±0.11	2.79±0.06
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	0.76±0.04[**]	1.29±0.05
Erucic acid (C22:1n9)	3.80±0.11[**]	2.66±0.07
Nervonic acid (C24:1)	1.03±0.05[***]	0.43±0.02
Monounsaturated	**11.96±0.35**	**12.17±0.48**
Linolelaidic acid (C18:2n6t)	0.41±0.02[**]	0.56±0.01
Linoleic acid (C18:2n6c)	21.91±0.52[**]	18.58±0.23
Linolenic acid (C18:3n3)	9.89±0.27[**]	14.42±0.41
Polyunsaturated	**32.20±0.58**	**33.56±0.32**
Total	**100.00**	**100.00**

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

[*]Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at [*]$p<0.05$, [**]$p<0.01$, [***]$p<0.001$.

5. 비타민

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 비타민 A(retinol), E(α-tocopherol) 및 C를 분석한 결과는 Table 14와 같다. 비타민 A, E 및 C는 항산화 비타민으로, 이들은 주로 활성 산소를 제거하여 세포의 산화적 스트레스를 완화시키는 기능을 담당하며, 특히 비타민 E는 혈액, 세포벽 및 세포내에서 지방질의 산화를 막는 강력한 항산화 영양소로 알려져 있다.

열풍건조 및 동결건조 모시잎의 비타민 A의 함량은 각각 16.03 mg/100 g과 19.18 mg/100 g으로 다른 비타민에 비하여 가장 높게 나타났다. 비타민 E 함량은 각각 3.01 mg/100 g과 3.24 mg/100 g이었다. Lee 등(114)이 보고한 모시잎의 비타민 E 함량 9.79 mg/100 g보다 본 연구에서는 더 낮은 함량을 보였다. 모시잎의 비타민 E 함량을 다른 산채류와 비교해 보면 쑥의 4.51 mg/100 g 보다는 낮았으나, 깻잎의 2.60 mg/100 g, 참취의 1.29 mg/100 g, 머위잎의 1.17 mg/100 g 보다는 높은 것으로 나타났다(110,119). 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 비타민 C의 함량은 각각 2.13 mg/100 g과 6.27 mg/100 g으로, Kim(120)이 보고한 모시잎의 비타민 C 함량인 7.8 mg% 보다 낮게 나타났다. 다른 산채류의 비타민 C 함량과 비교해 보면 깻잎은 75.75 mg/100 g, 쑥은 15.77 mg/100 g, 참취는 6.78 mg/100 g, 머위잎은 1.03 mg/100 g으로(110,119), 모시잎의 비타민 C 함량은 머위잎 보다는 높았으나 깻잎, 쑥 및 참취에 비하여 낮은 것을 알 수 있었다.

건조방법에 따른 비타민 함량의 변화를 살펴보면, 비타민 E의 함량은 건조방법에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나 비타민 A와 비타민 C의 함량은 건조방법에 따라 유의적인 차이를 보여 동결건조에 비해 열풍건조 시 비타민 A와 비타민 C의 함량은 더 낮게 나타났다. Jensen(121)는 일반적인 상업적 인공건조시의 열처리에서는 α-tocopherol(비타민 E)이 상당량 보존되는 것으로 보고하였다. 또한 Kim과 Lee(122)의 연구에서도 해조류인 감태를 열풍건조 시 α-tocopherol 함량이 동결건조 시보다 소폭 감소하였으나 유의적인 차이는 없다고 하여 본 연구결과와 유사하였고, 천일건조 시에만 유의적인 감소를 나타내었다고 하였다. 이는 비타민 E는 공기 중의 산소, 자외선과의 접촉으로 불안정하여 산화되기 쉬워 천일건조 특성상 장시간 건조하는 과정에서 산화되어 파괴되었기 때문이라고 보고하였다.

비타민 A의 함량은 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎이 약 16% 더 낮

게 나타났는데, Kim과 Lee(122)의 연구결과에서도 비타민 A의 전구체인 β-carotene의 함량은 건조방법에 따라 유의적인 차이를 보여 동결, 열풍, 천일건조 순으로 높았다고 하였고, 이러한 결과는 β-carotene의 isoprenoid side chain이 열, 빛 등에 의하여 이중결합의 자동산화가 일어났기 때문이라 하였다.

비타민 C의 함량은 동결건조에 비하여 열풍건조 시에 약 66% 더 낮게 나타나 비타민 A의 함량 감소보다 크게 나타났다. Jin 등(100)의 결과에서도 양배추와 당근을 열풍 및 동결건조 시켜 비타민 C의 함량을 분석한 결과, 동결건조를 진행한 시험구가 열풍건조를 진행한 시험구 보다 높은 것으로 나타났고 열풍건조 온도가 높을수록 비타민 C의 함량은 더 적게 나타났는데, 이것은 비타민 C가 열풍건조 과정에서 ascorbate oxidase의 작용으로 산화가 촉진되어 많은 손실이 생긴 것이라 보고하였다. 이처럼 비타민 C는 열, 빛 등에 의해 쉽게 파괴되며, 산소가 존재할 때 가열하면 분해속도는 온도에 비례적으로 빨라진다고 알려져 있다(123). 하지만 Lee 등(124)은 낮은 온도에서 장시간 건조하는 것보다는 높은 온도에서 단시간 건조하는 것이 건조식품에서 비타민 C의 함량이 높게 검출되었다고 하였다. Choi(125)는 조리에 의한 깻잎의 비타민 C의 변화를 분석한 결과 비타민 C는 써는 조작에 의해서도 손실이 커 통깻잎에 비하여 약 40%의 손실을 보였으며, Choi와 Han(126)은 깻잎의 저장기간과 저장온도에 따른 변화로 5℃ 저장의 경우 저장기간이 길어질수록 비타민 C의 함량이 완만하게 감소하여 저장 10일째는 77% 정도의 잔존율을 나타냈고, 20℃ 저장의 경우 저온 저장보다 감소율이 더 컸다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 모시잎을 분말로 가공하고 저장하는 과정 중에도 비타민 C가 파괴되었을 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 모시잎을 건조시키기 전 blanching 하였는데, 비타민 C는 수용성 비타민으로 수용액에서 열에 의해 쉽게 파괴되기 때문에 blanching 과정 중 비타민 C가 조리수로 용출되고 열에 의해 파괴되어 손실되었을 것으로 생각된다. 또한 지용성 비타민인 비타민 A와 비타민 E는 blanching에 의한 영향을 받지 않아(127) 본 연구에서 비타민 C는 열풍건조뿐만 아니라 blanching에 의한 영향으로 비타민 중 함량 감소가 가장 컸을 것으로 판단된다.

본 연구결과 모시잎의 비타민 A, E 및 C의 함량은 열풍건조보다는 동결건조 시에 더 높게 나타났으며, 상기의 여러 연구들을 종합해 볼 때, 동결건조가 비타민의 손실을 최소화할 수 있는 방법이라 사료된다.

Table 14. Contents of vitamin A, C and E in ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(mg/100 g)

Vitamin	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Vitamin A (Retinol)	16.03±0.39[1)**]	19.18±0.46
Vitamin E (α-tocopherol)	3.01±0.01	3.24±0.02
Vitamin C	2.13±0.11[***]	6.27±0.27

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

[*]Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at [**]$p<0.01$, [***]$p<0.001$.

6. 무기질

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 무기질 함량은 Table 15와 같다. 총 8종의 무기질 함량을 분석하였는데, 총 7종의 무기질이 검출되었으며, Cu는 검출되지 않았다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 Ca이 각각 3,746.00 mg/100 g과 3,525.00 mg/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 K, Mg, Mn, Fe, Na, Zn 순으로 검출되었다. 이러한 결과는 Lee 등(114)이 보고한 모시잎의 무기질 조성과 일치하였으나 Zn을 제외한 모든 무기질 함량이 본 연구에서 더 높게 나타났다.

방아잎(108)의 무기질 함량은 K 769.66 mg/100 g, Mn 450.32 mg/100 g, Mg 404.52 mg/100 g, Ca 322.47 mg/100 g, Cu 46.38 mg/100 g, Na 26.97 mg/100 g, Zn 6.74 mg/100 g 순으로 모시잎이 방아잎에 비하여 K, Mg, Ca의 함량은 높았으나 Mn, Cu, Na, Zn의 함량은 낮았다. 쑥(사자발쑥)(95)의 무기질 함량은 K 3,301.46 mg/100 g, Ca 773.54 mg/100 g, P 448.92 mg/100 g, Mg 273.18 mg/100 g, Fe 12.44 mg/100 g, Cu 0.55 mg/100 g 순으로 K을 제외한 모든 무기질 함량이 쑥에 비하여 모시잎에서 높았다. 머위잎(110)의 무기질 함량은 K, Mg, Ca, Fe, Na, Mn, Zn, Cu 순이었으며, 깻잎(125)의 무기질 함량은 K>Ca>Mg>P>Na 순으로 보고되었다. 여러 선행 연구결과들로 볼 때 다른 산채류 및 엽채류의 무기질 함량은 K 함량이 가장 높았으나 모시잎의 경우 Ca 함량이 가장 높았으며 다른 산채류 및 엽채류에 비하여 Ca 함량이 월등히 높은 것으로 나타났다. Ca은 골손실을 최소화하고 골격 성장기에 최대 골질량 형성을 도와 골다공증 예방에 효과가 큰 무기질로 잘 알려져 있어(128), 모시잎은 갱년기 장·노년층의 골다공증 예방 및 성장기 아이들의 성장 기능에도 효과적일 뿐만 아니라 다른 무기질 함량도 풍부하여 모시잎은 우수한 알칼리성 식품으로서 우수한 무기질 공급원이 될 수 있을 것이라 사료된다.

건조방법에 따른 무기질 함량을 살펴보면, Ca, K, Zn 함량은 열풍건조 모시잎에서 높았고, Fe, Mg, Mn, Na 함량은 동결건조 모시잎에 높아 무기질마다 건조방법에 따른 차이를 보였다. 총 무기질 함량은 열풍건조 및 동결건조 모시잎 각각 6758.72 mg/100 g과 6300.87 mg/100 g으로, 열풍건조 모시잎의 함량이 동결건조 모시잎에 비하여 유의하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 Son 등(106)의 연구에서 건조방법에 따른 매생이의 무기질의 총 함량은 열풍 및 진공건조 시료가 동결건조

시료에 비하여 유의적으로 높게 나타났다고 하여 본 연구결과와 유사하였다. 이는 열풍 및 진공건조에 관여된 에너지 및 파장 등이 여러 무기질 성분의 용해능을 향상시킨 것이라 하였다. 일반적으로 비타민은 공기, 빛, 열 등의 여러 가지 처리에 의하여 쉽게 파괴되지만 무기질은 열이나 빛 등의 노출에 의해 쉽게 파괴되지 않은 안정적인 영양소로 알려져 있다(129). Kim과 Lee(122)의 연구에도 감태의 무기질 함량은 무기질마다 건조방법에 의한 약간의 차이는 있었으나 대체적으로 변화가 적은 것으로 나타났다고 보고하였다. 반면 Kim과 Park(118)의 연구에서는 쑥의 건조방법에 따른 무기질 함량을 분석한 결과 oven 건조보다는 음건과 양건 이외에 동결건조가 무기질 함량의 손실을 줄일 수 있는 안전한 방법이라 하였다.

본 연구결과 모시잎은 다량의 무기질을 함유하고 있었고, 특히 Ca 함량이 월등히 높게 나타났으며 건조방법에 따른 무기질 함량은 무기질 종류마다 차이를 보였다. 총 무기질 함량은 동결건조보다 열풍건조 시에 더 높게 나타나 모시잎의 무기질 분석은 동결건조보다는 열풍건조를 이용하는 것이 더 효율적인 방법이라 사료된다.

Table 15. Contents of minerals in ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(mg/100 g)

Mineral	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Ca	3,746.00±43.44[1)*]	3,525.00±49.41
Fe	20.67±0.35[***]	29.17±0.43
K	2,490.00±12.16[**]	2,226.00±13.95
Mg	454.00±3.02[*]	464.00±2.42
Mn	30.24±0.55[*]	34.70±0.50
Zn	3.21±0.12	3.00±0.09
Na	14.60±0.58[**]	19.00±0.29
Cu	N.D.[2)]	N.D.
Total	6758.72±38.80[***]	6300.87±21.61

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

[2)]N.D. : Not Detected.

[*]Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at [*]$p<0.05$, [**]$p<0.01$, [***]$p<0.001$.

7. 유기산

열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 유기산 함량은 Table 16과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 oxalic acid, succinic acid 및 citric acid의 총 3종의 비휘발성유기산만 검출되었고, malic acid, lactic acid, acetic acid는 검출되지 않았다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 oxalic acid가 각각 1576.71 ㎎/100 g과 1547.75 ㎎/100 g로 가장 높았고, 다음으로 succinic acid가 각각 628.13 ㎎/100 g과 581.81 ㎎/100 g, citric acid가 각각 748.40 ㎎/100 g과 695.89 ㎎/100 g 순으로 검출되었다. 동결건조 모시잎의 유기산의 함량을 분석한 Park 등(56)의 연구에서는 succinic acid, citric acid 및 maleic acid의 총 3종의 유기산이 검출되었으며 이 중 succinic acid가 3,516.06 mg%로 가장 많았고 다음으로 citric acid 848.42 mg%, maleic acid 536.50 mg% 순으로 검출되어 본 연구결과와 상이하였다. 머위잎(110)의 유기산 함량은 oxalic acid 107.6 mg%, succinic acid 22.6 mg%, citric acid 1.9 mg%로 나타나 본 연구결과의 모시잎의 유기산 조성과 유사하였으나 모시잎의 유기산 함량이 월등히 높은 것으로 나타났다. 들깨잎(109)의 경우 malic acid가 가장 높고 다음으로 glutaric acid, citric acid, fumaric acid의 순으로 보고되어 모시잎의 유기산 조성과 차이를 보였다.

본 연구에서 가장 많이 검출된 oxalic acid는 체내에서 무기질과 불용성 염을 형성하여 무기질의 흡수를 저해시켜 무기질의 생체 내 이용도를 낮추는 산으로 알려져(130), oxalic acid로 인하여 모시잎에 다량 함유되어 있는 무기질의 흡수에 방해가 될 것으로 보인다. Kim 등(131)의 연구에 의하면 대부분의 유기산은 blanching에 의해 blanching 과정 중 조리수에 용출되어 손실된다고 하여 본 연구에서 전처리로 시행한 blanching 처리는 모시잎의 oxalic acid를 줄일 수 있는 좋은 방법이라 사료된다.

건조방법에 따른 유기산 함량을 살펴보면, oxalic acid의 함량은 건조방법에 따른 유의차는 없었으나 열풍건조 시에 다소 높았고, succinic acid 및 citric acid의 함량은 열풍건조 시에 유의하게 높게 나타났다. 모시잎의 총 유기산 함량은 열풍건조 모시잎이 2,953.24 ㎎/100 g, 동결건조 모시잎이 2825.45 ㎎/100 g으로 열풍건조 모시잎의 유기함 함량이 유의하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 열처리에 따른 더덕과 도라지의 유기산 함량은 열처리 온도가 증가함에 따라 증가하였다고 보고한

Hwang 등(132)의 연구결과와 유사한 경향이었으며, Woo 등(133)의 연구에서도 온도와 시간이 증가할수록 대조군에서는 검출되지 않았던 유기산 함량이 증가하는 것으로 보고되었다. 이러한 유기산 함량의 증가는 열처리로 인하여 시료의 당이 유기산으로 분해되면서(134) 유기산 함량이 증가되는 것으로 사료된다.

따라서 본 연구결과 모시잎의 유기산 함량은 동결건조에 비하여 열풍건조 시에 더 높게 나타나 모시잎의 유기산 분석은 원가가 비싼 동결건조를 이용하기 보다는 원가가 저렴한 열풍건조를 이용하는 것이 적합하다고 판단된다.

Table 16. Contents of organic acids in ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(mg/100 g)

Organic acid	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Oxalic acid	1576.71±11.02[1)]	1547.75±17.15
Citric acid	628.13±5.75**	581.81±5.77
Succinic acid	748.40±4.17**	695.89±5.47
Malic acid	N.D.[2)]	N.D.
Lactic acid	N.D.	N.D.
Acetic acid	N.D.	N.D.
Total	2,953.24±28.02*	2,825.45±32.54

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

[2)]N.D. : Not Detected

*Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at *$p<0.05$, **$p<0.01$.

8. 구성당

당은 식물의 감미에도 관여하고 maillard 반응에 의한 비효소적 갈변이나 가열시 풍미 생성에도 관여하는 식품학적 견지에서 중요한 성분 중의 하나로(135), 열풍건조 및 동결건조 모시잎 분말의 구성당 함량은 Table 17과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 총 4종의 유리당이 검출되었고, fucose, mannose 및 ribose는 검출되지 않았다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 구성당 중 glucose의 함량이 각각 1,129.75 mg/L과 952.52 mg/L으로 총 구성당 함량의 약 48%와 45%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 fructose, galactose, rhamnose의 순으로 검출되었다. Park 등(56)이 보고한 모시잎의 구성당은 glucose 함량이 2,078.09 mg%로 가장 높게 나타났다고 하여 본 연구와 유사하였으나, 다음으로 lactose 191.24 mg%, galactose 132.57 mg% 순으로 나타나 본 연구결과와 비교해 모시잎의 구성당 조성에 차이를 보였다. 쑥(107)의 구성당 조성은 glucose 함량이 가장 높고 maltose, fructose, lactose, sucrose, raffinose 순으로 함유되었고, 머위잎(110)의 구성당은 fructose, glucose, maltose, lactose 순으로 함유되었으며, 들깨잎(109)은 fructose, glucose, lactose의 순으로 보고되었다. 이러한 결과들로 볼 때 산채류의 구성당 조성은 각기 다르나 glucose와 fructose가 주요당인 것으로 보인다.

건조방법에 따른 구성당의 함량은 검출된 4종의 유리당 모두 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보여 동결건조에 비해 열풍건조 시에 더 높게 나타났으며, 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 구성당의 함량은 각각 2346.80 mg/L과 2115.67 mg/L으로 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎에서 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 양파(101)와 매생이(106)의 경우 진공건조 및 동결건조에 비하여 열풍건조 시에 유의적으로 총 당의 함량이 높게 나타났으며, 열풍건조하여 제조한 보리잎(136)의 총 당 함량은 동결건조 및 음건하여 제조한 시료보다 유의적으로 높게 나타났다는 연구결과들과 유사하였다. Hwang(132)의 연구에 의하면 열처리 온도에 따른 더덕과 도라지의 유리당 함량은 120℃까지는 fructose, sucrose 및 총 당의 함량이 증가하였으나 130℃ 이상의 고온에서는 sucrose는 검출되지 않았고 fructose 및 총 당의 함량이 감소되는 경향이었다. 이러한 현상은 130℃ 이상의 고온에서는 이당류인 sucrose가 단당류인 fructose로 분해되고 분해된 fructose가 지속적인 열분해로 인하여 HMF, furfural 및 5-methyl furfural 등과 유기산으로 분해되기 때문이라 보고하였다(134).

본 연구결과 모시잎의 유리당 함량은 건조방법에 따른 검출된 4종의 유리당과 총 구성당 함량 모두 유의차를 보여 동결건조에 비하여 열풍건조 시에 더 높게 나타났다. 따라서 모시잎의 유리당 분석은 열풍건조를 이용하는 것이 효율적인 방법이라 사료된다.

Table 17. Contents of free sugars in ramie leaf treated with hot air and freeze drying

(mg/L)

Free sugar	Ramie leaf	
	Hot air drying	Freeze drying
Rhamnose	132.01±2.35[1)*]	121.25±1.28
Galactose	163.37±1.85[*]	152.70±2.35
Glucose	1,129.75±11.52[***]	952.52±6.58
Fructose	921.67±6.72[*]	889.20±6.35
Fucose	N.D.[2)]	N.D.
Mannose	N.D.	N.D.
Ribose	N.D.	N.D.
Total	2346.80±13.02[**]	2115.67±8.24

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

[2)]N.D. : Not Detected.

[*]Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at [*]$p<0.05$, [**]$p<0.01$, [***]$p<0.001$.

제2절 건조방법에 따른 모시잎의 항산화효과 및 암세포 증식 억제효과

1. 추출수율

모시잎의 생리활성을 알아보기 위해 열풍건조 및 동결건조하여 마쇄한 시료를 80% 에탄올로 추출하여 감압·농축 한 후 고형분 함량을 추출수율로 계산한 결과는 Table 18과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 80% 에탄올 추출물의 추출수율은 각각 15.82%와 15.25%로 건조방법에 따른 추출수율의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 다양한 건조방법으로 건조한 보리잎의 추출수율은 건조방법간에 유의적인 차이를 보이지 않았다는 Park 등(137)의 결과와 본 연구결과는 비슷한 경향이었다.

Kim(58)의 연구에 의하면 모시잎을 물 및 메탄올로 추출하여 추출수율을 측정한 결과 각각 22.5%와 13.7%로 메탄올 추출물에 비하여 물 추출물의 수율이 더 높게 나타났다고 하였다. Lee 등(138)의 연구에서도 국내산 산채류 34종의 추출수율은 2종을 제외하고는 물 추출물의 수율이 메탄올 추출물 수율보다 높았다고 하였고, 쑥의 경우 물 및 메탄올 추출물의 수율은 각각 20%와 6.5%로 보고되었다. 또한 Kim과 Kim(119)은 깻잎, 쑥, 참취의 95% 에탄올 추출물의 수율은 각각 12.92%, 11.82%, 10.57%로 참취 에탄올 추출물의 수율이 가장 높았다고 보고하였다. Hyun 등(139)은 깻잎의 물 및 30% 에탄올 추출물의 추출수율은 물 추출물에 비하여 에탄올 추출물 수율이 높았으며 1월, 5월 온실재배 깻잎(13~16%)에 비하여 8월 노지재배 깻잎(20.8%, 29%)의 수율이 더 높았다고 하여 시료의 수확시기 및 재배환경도 수율에 영향을 미치는 것으로 생각된다. Lee와 Hwang(97)의 연구에서는 방아잎의 추출용매의 종류에 따른 수율은 물보다는 에탄올, 에탄올 보다는 NaCl 용액으로 추출할 때 상대적으로 조금 높은 수율을 나타냈으며, 에탄올 추출의 경우 25%, 50% 및 75%의 에탄올 농도 중 50% 에탄올 추출이 가장 높았고, 추출온도별로 보면 80℃가 60℃보다 수율이 높게 나타났다고 하였다. Kim 등(140)의 연구에 의하면 추출방법을 달리한 돼지감자 잎의 추출수율은 가압가열추출(31.65%), 환류냉각추출(29.88%), 상온교반추출(22.33%), 저온고압추출(15.74%) 순으로 추출방법에 따라 유의적인 차이를 나타냈으며, 환류냉각추출 및 가압가열추출 시 높은 수율을

나타낸 것은 열과 압력에 의하여 불용성 성분들이 가용성화 됨에 따라 용출이 용이하게 된 결과라고 보고하였다. 식물성 polyphenolic 화합물의 경우 수용성 또는 지용성으로 구분되며 추출되는 조건에 따라 그 성분들이 달라지기 때문에 추출수율에 있어서도 많은 차이를 나타낸다(141). 따라서 여러 연구들을 종합해 보면 추출수율은 추출방법, 추출용매와 시료와의 비, 추출용매의 종류 및 농도, 추출온도 및 시간 등 여러 추출조건에 따라 그 수율에 차이가 있는 것으로 생각된다.

한편, Kim(94)은 고려엉겅퀴의 수율은 5분간 데친 후 건조한 것이 20.88%로 데치지 않고 말린 잎의 37.50% 보다 낮았다고 하였고, Kim과 Joo(142)는 물에 24시간 침지한 후 80% 메탄올로 추출한 시료의 수율은 80% 메탄올 추출물에 비하여 그 수율이 1/5로 감소하였는데 이는 물에 침지하는 동안 시료의 수용성 당류와 배당체의 형태로 존재하고 있는 유기산 에스터 결합 등이 용해되어 제거되었기 때문이라고 하였다. 따라서 본 연구에서도 모시잎의 blanching 과정 중 수용성 성분들이 물에 용출되어 blanching 후 열풍건조 및 동결건조한 모시잎의 추출수율은 생모시잎에 비하여 더 낮게 나타난 것이라 판단된다.

한편, 식물 추출물의 생리활성 효과가 우수하여도 그 추출수율이 낮으면 경제성이 없어 실질적으로 이용하기 어려운 부분이 있기 때문에 추출수율은 식물 추출물의 제형화 및 산업화를 위해 고려되어야 할 중요한 요인이다. 일반적으로 추출수율이 10% 이상이 되어야 경제성이 있다고 알려져 있는데(143), 본 실험결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 추출수율은 각각 15.82%와 15.25%로 경제적 측면에서 활용 가능성이 높은 식물 소재라 사료된다.

Table 18. Yield of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Drying method	Extraction yields (%)
Hot air drying[1)]	15.82±0.38[3)]
Freeze drying[2)]	15.25±0.23

[1)]Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[2)]Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

2. 모시잎 에탄올 추출물의 항산화효과

가. 총 polyphenol 함량

식물계에 널리 분포되어 있는 phenolic compounds은 식물의 2차 대사산물로서 flavonoid류가 주류를 이루고, 기타 단순 phenol류, phenolic acid류, phenyl propanoid류, quinone류 등을 포함하며(144), phenolic hydroxyl(OH)기가 단백질 등의 거대 분자들과 결합하는 성질이 강하여 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(145). 특히 항산화작용과 관련하여 페놀성화합물은 연쇄반응에서 alkylperoxy radical이나 alkylradical에 수소를 공여함으로써 그 radical을 제거하여 산화를 억제하는 것으로 알려져 있다(146).

본 실험에서는 모시잎 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 tannic acid를 기준물질로 측정하였으며, 그 결과는 Table 19와 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 polyphenol 함량은 각각 138.00 mg/g과 132.50 mg/g으로 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. Lee 등(114)이 보고한 모시잎의 70% 에탄올 추출물의 polyphenol 함량은 149.58 mg/g으로 본 연구의 polyphenol 함량보다 높게 나타났다. Kim 등(62)의 모시잎의 polyphenol 함량은 메탄올 분획물(6.15 mg/g), 물 추출물(6.15 mg/g), 에틸아세테이트 분획물(1.25 mg/g), 헥산 분획물(1.02 mg/g) 순으로 나타나 추출용매마다 차이를 보였다.

쑥의 물 및 메탄올 추출물의 polyphenol 함량은 각각 37.6 mg/g과 55.6 mg/g으로 물 추출물에 비하여 메탄올 추출물에서 그 함량이 높았으며(138), 본 연구의 모시잎과 비교해 모시잎의 polyphenol 함량이 더 높았다. 5종 들깻잎 열수추출물의 polyphenol 함량은 69.4~48.6 g/kg으로 품종에 따른 유의차를 보였고(147), 깻잎의 polyphenol 함량은 물 추출물보다 70% 에탄올 추출물이 높게 나타났으며 1월(78.56 mg/mL), 3월(83.37 mg/mL), 6월(87.81 mg/mL)에 높게 나타나 채취시기별로 차이를 보였다고 보고되었다(148). 또한 Kim 등(140)의 연구에서 돼지감자 잎의 polyphenol의 함량은 가압가열추출(96.90 mg/g), 저온고압추출(56.71 mg/g), 환류냉각추출(41.12 mg/g), 상온교반추출(39.76 mg/g) 순으로 추출방법에 따른 유의차를 보였다고 하였다. 이처럼 polyphenol 함량은 시료의 품종, 채취시기 등의 차이뿐만 아니라 실험방법, 표준물질, 추출방법, 추출용매 등의 요인에 따라서 결과간의 차이

를 보이는 것으로 판단된다.

본 연구에서 모시잎의 총 polyphenol 함량은 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎에서 더 높은 경향이었으나, 건조방법에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과는 양배추의 총 phenolic compounds의 함량은 열풍건조(50℃, 55℃, 60℃) 및 동결건조에 따른 유의적 차이가 없었다고 보고한 Jin 등(100)의 연구결과와 유사하였고, 총 phenolic compounds는 polyphenol oxidase에 의해 변화될 수 있는데 열풍건조에 의하여 양배추 중의 polyphenol oxidase가 불활성화 됨으로써 함량의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다고 하였다(149). Noh 등(150)은 총 phenolic compounds의 함량은 건조방법의 영향을 받지 않고 추출용매나 추출시간 등의 영향을 받는다고 보고하였고, Kim과 Lee(122)의 연구에서도 건조방법을 달리한 감태의 총 polyphenol 함량은 동결건조와 열풍건조 시료간의 함량 차이가 거의 없었으나 천일건조 시 동결건조에 비하여 약 30% 감소되었다고 하였다. 천일건조처럼 건조시간의 지연과 장시간 햇빛에 노출 시 polyphenol이 산화된다고 보고되어(151) polyphenol 함량 분석 시 천일건조는 피하는 것이 좋다고 사료된다.

반면, 열풍건조(50℃, 60℃) 및 동결건조 한 더덕의 총 polyphenol 함량은 열풍건조 온도에 따른 유의적 차이는 없었으나 열풍건조 시료는 동결건조 시료에 비하여 유의적으로 낮았으며(102), 이와는 반대로 건조방법에 따른 양파분말의 총 polyphenol 함량은 열처리 과정이 포함된 열풍건조와 진공건조가 동결건조에 비하여 유의적으로 높았다고 하여 본 연구결과와 차이를 보였다(101). 이러한 결과와 관련하여 식품 중 과일 및 채소류의 경우 열처리 시 열에 민감한 성분의 손실은 발생하지만 열처리하는 동안 발생하는 다양한 화학적 변화에 의해 생리활성물질이 증가되며, 대표적인 성분이 polyphenol인 것으로 보고되고 있다(152). 또한 열처리에 따른 phenolic compounds의 함량 증가 원인은 식물체의 배당체로 존재하는 phenolic compounds가 불용성 성분으로부터 유리되기 때문이며, 항산화활성의 증가 요인은 열처리 시 항산화활성을 갖는 phenolic compounds의 증가(153)와 비효소적 갈변반응인 maillard 반응의 중간 생성물 중 일부가 항산화활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(154). Kim 등(155)은 건조방법을 달리하여 건조한 방아풀, 쑥부쟁이 및 씀바귀 메탄올 추출물의 총 polyphenol 함량을 분석한 결과, 방아풀과 쑥부쟁이는 동결건조에서 가장 높았으나, 씀바귀는 오븐건조에서 가장 높게 나타나 방아풀과 쑥부쟁이는 고온에서 polyphenol 함량이 손실되며, 씀바귀는 열처리에 의해 polyphenol 함량이 활성화되는 것이라 보고하였다. 이처럼 같은 실험방법 및 조

건에서 측정한 polyphenol 함량은 시료마다 차이를 보인 것으로 보아, 건조방법에 따른 polyphenol 함량은 시료마다 다른 것으로 판단되며, 본 연구에서 모시잎의 기능성 성분인 총 polyphenol 함량은 동결건조와 열풍건조 간의 비슷한 함량을 보여 모시잎의 polyphenol 함량 분석은 열풍건조를 이용해도 좋을 것으로 사료된다.

Table 19. Contents of total polyphenol of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Drying method	Total polyphenol (mg/g)
Hot air drying[1)]	138.00±2.64[3)]
Freeze drying[2)]	132.50±2.76

[1)]Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[2)]Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

나. 총 flavonoid 함량

모시잎 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 rutin을 기준물질로 측정하였으며, 그 결과는 Table 20과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 총 flavonoid 함량은 각각 124.25 mg/g과 119.00 mg/g으로 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 유의하게 높게 나타났다. Flavonoid는 C_6-C_3-C_6를 기본골격으로 하는 담황색 또는 노란색을 띠는 페놀성화합물의 총칭으로, 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며 항산화작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역증강 작용 및 모세혈관 강화작용 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(156,157). Lee 등(114)이 보고한 모시잎 70% 에탄올 추출물의 flavonoid 함량은 49.24 mg/g이었고, 모시풀을 생잎, 동결건조잎, 모시잎차로 구분하여 각각을 열수 추출물, 70% 에탄올 추출물로 제조하여 총 flavonoid를 분석한 연구에서는 동결건조 잎을 70% 에탄올로 추출하였을 때 115.33 mg/10 g으로 가장 높게 측정되었다고 하였으며(158), 본 연구결과와 비교해 본 연구에서 더 높은 함량을 보였다.

다른 산채류의 flavonoid 함량을 살펴보면, 참취, 깻잎, 쑥의 95% 에탄올 추출물의 flavonoid 함량은 각각 6.5 mg/g, 1.6 mg/g, 7.3 mg/g으로 쑥의 flavonoid 함량이 가장 높았다고 하였으나(119), 본 연구의 모시잎의 flavonoid 함량보다는 낮게 나타났다. 5종 들깻잎 열수 추출물의 flavonoid 함량은 20.5~64.5 g/kg으로 품종마다 함량의 차이를 보였고(147), 깻잎의 flavonoid 함량은 물 추출물보다 70% 에탄올 추출물이 높게 나타났으며 물 추출물에서는 1월(37 mg/mL)과 4월(38.79 mg/mL) 채취 깻잎에서, 에탄올 추출물에서는 3월 채취 깻잎(163.56 mg/mL)에서 높게 나타나 채취시기별로 차이를 보였다고 보고되었다(148). Hong 등(159)의 연구에서는 약쑥의 flavonoid 함량은 ethyl acetate 분획물(92.73 μg/mg)에서 가장 높았고, n-hexane 분획물(13.97 μg/mg)에서 가장 낮게 나타나 추출용매에 따른 유의차를 보였다. 또한 Kim 등(140)의 연구에서는 돼지감자 잎의 flavonoid 함량은 가압가열추출(30.58 mg/g), 저온고압추출(26.24 mg/g), 환류냉각추출(22.44 mg/g), 상온교반추출(24.10 mg/g) 순으로 추출방법에 따른 유의차를 보였다고 하였다.

한편, Lee 등(93)은 천일건조, 열풍건조 및 동결건조한 후 물 및 95% 에탄올로 추출한 와송의 flavonoid 함량은 열풍건조 에탄올 추출물에서 989.1 mg/100 g으로

가장 높았고, 천일건조 물 추출물에서 302.4 mg/100 g으로 가장 낮았다고 하였으며 물 및 에탄올 추출물 모두 동결건조에 비하여 열풍건조에서 유의하게 높게 나타났다고 하였다. 본 연구결과에서도 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 flavonoid 함량이 유의하게 높게 나타났으며 이러한 결과는 열풍건조 조건의 열에 기인한 결과로 사료된다. Kim 등(155)은 건조방법을 달리하여 건조한 방아풀, 쑥부쟁이 및 씀바귀 메탄올 추출물의 총 flavonoid 함량을 분석한 결과, 방아풀은 오븐건조 처리군에서 70.6mg/L로 가장 높았고, 쑥부쟁이와 씀바귀는 동결건조 처리군에서 각각 53.9 및 35.8 mg/L로 가장 높게 나타났다고 하였다. 이러한 결과들로 볼 때 flavonoid 함량은 polyphenol과 같이 시료의 품종, 채취시기, 건조방법 등 시료의 차이와 추출방법, 추출용매 등의 여러 요인에 영향을 받는 것으로 사료된다.

Flavonoid의 생리활성 작용으로 가장 주목받는 것 중의 하나는 항산화 작용으로, 유리기에 수소원자를 공여하여 생체 내에서 산화적 스트레스에 의해서 과잉으로 생성된 활성산소 등의 자유 라디칼의 생성을 억제시킴으로써 항산화 작용을 발휘하게 된다(160). 따라서 본 연구에서 모시잎에는 다른 산채류와 비교해 높은 함량의 polyphenol 및 flavonoid를 함유하고 있는 것으로 나타났으며, 이로 인하여 모시잎의 항산화 효과를 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다. 또한 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎에서 flavonoid 함량이 높게 나타나 모시잎의 flavonoid 함량은 열풍건조를 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

Table 20. Contents of total flavonoid of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Drying method	Total flavonoid (mg/g)
Hot air drying[1)]	124.25±0.58[3)*]
Freeze drying[2)]	119.00±1.15

[1)]Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[2)]Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.
[*]Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at [*]$p<0.05$.

다. Chlorogenic acid 함량

모시잎에 함유된 polyphenol의 한 종류인 chlorogenic acid를 건조방법에 따라 측정한 결과는 Table 21과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 chlorogenic acid 함량은 각각 15.78 mg/g과 15.24 mg/g으로 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 함량이 다소 높았으나 유의적 차이는 없었다. Chlorogenic acid(5-O-caffeoyl quinic acid)는 caffeic acid와 quinic acid의 에스테르 결합으로 형성된 polyphenol 화합물로 커피원두, 사과, 배, 토마토, 블루베리, 감자, 고구마, 해바라기, 땅콩, 가지 등과 같은 식물, 과일, 채소 등에 과량으로 함유되어 있다고 알려져 있다(161). Chlorogenic acid가 과량 함유되어 있다고 알려진 커피의 경우 Shin과 Gyong(162)의 연구에 따르면 커피 주요 생산지별 20개의 시료를 선정하여 caffeine과 chlorogenic acid를 분석한 결과 chlorogenic acid에 비하여 caffeine의 함량이 월등히 높았으며, chlorogenic acid 함량은 코스타리카산(4)의 경우 5.33 mg/g, 인도네시아산(12)의 경우 3.75 mg/g, 베트남산(4)의 경우 1.12 mg/g의 평균값을 나타내어 생산지별 함량의 차이를 보였다. 또한 사과 과육의 chlorogenic acid 함량은 0.48 mg/g으로 보고되었고(163), Cilliers 등(164)은 10개 사과품종의 chlorogenic acid 함량은 10~120 mg/100 g으로 품종에 따라 함량 차이가 있다고 보고한 바 있다. Chung 등(165)이 보고한 블루베리 잎의 chlorogenic acid 함량은 12.42 mg/g이며, Im(166)의 연구결과에 의하면 감자 꽃잎, 잎, 줄기의 chlorogenic acid 함량은 각각 423.76 mg/100 g, 14.77 mg/100 g, 4.19 mg/100 g으로 꽃잎, 잎, 줄기 순으로 높게 나타났으며, 본 연구결과의 모시잎의 chlorogenic acid 함량을 감자 잎과 블루베리 잎과 비교하면 모시잎이 감자 잎에 비하여 100배 이상 월등히 높게 나타났으며, 블루베리 잎보다도 좀 더 높은 함량을 보였다. 상기의 연구들과 비교하여 모시잎은 chlorogenic acid의 함량이 다량 함유되어 있다고 알려진 커피, 사과 및 모시잎과 같은 잎 종류인 블루베리 잎과 감자 잎에 비해서 월등히 높은 chlorogenic acid 함량을 함유하는 것으로 나타났다.

한편, chlorogenic acid의 생리활성 연구로 *in vivo*에서 산화적인 손상으로 유발되는 암이나 심혈관 질병을 예방할 수 있는 것으로 보고되었으며(167), *in vitro*에서 항산화제 속성을 가지며, 자유라디칼 제거, 메탈이온의 착화합화, 라디칼 및 과산화물 생성효소 저해 효과 등이 보고되었다(168). 또한 유전적으로 비만이나 당뇨

병이 유발된 동물모델에서 지질과 당대사를 조절하며(169), 글루코오스 흡수를 지연하는 것으로 보고되었다(170).

따라서 본 연구결과 건조방법에 따른 모시잎의 chlorogenic acid의 함량은 열풍건조 시 동결건조에 비하여 다소 높은 함량이었지만 큰 차이를 보이지 않았고, 다른 식물에 비하여 월등히 많은 chlorogenic acid를 함유하고 있는 것으로 나타나, 모시잎에 함유된 chlorogenic acid에 의하여 항산화효과뿐만 아니라, 항암, 항비만 및 항당뇨 효과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

Table 21. Contents of chlorogenic acid of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Drying method	Chlorogenic acid (mg/g)
Hot air drying[1)]	15.78±0.53[3)]
Freeze drying[2)]	15.24±0.65

[1)]Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[2)]Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).
[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

라. DPPH radical 소거능

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Table 22와 같다. 1,000 ppm에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 DPPH radical 소거능은 각각 77.93%와 77.29%의 비슷한 radical 소거능을 보였으며, 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 다소 높았으나 유의차는 없었다. 대조구인 BHT, BHA 및 비타민 C는 각각 84.30%, 85.87%, 92.15%로 합성항산화제인 BHT와 BHA에 비하여 천연항산화제인 비타민 C의 radical 소거능이 더 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 전자공여작용은 지질과산화의 연쇄반응에 관여하는 활성 free radical에 전자를 공여하여 식품의 지방질 산화는 물론 인체에서의 활성 radical을 제어할 수 있기 때문에 산화를 억제시키는 척도가 되고 있다(171). 항산화 활성 측정방법 중 DPPH radical을 이용한 소거활성 측정은 stable radical인 DPPH를 소거하는 항산화물질 활성을 측정하는 것으로, DPPH는 비교적 안정한 free radical로 비타민 C 및 비타민 E, polyhydroxy, 방향족화합물, 방향족아민류 등의 항산화 활성이 있는 물질로부터 전자를 받아 안정한 분자를 형성하고 radical이 소거됨에 따라 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화 활성을 측정하게 된다(172). DPPH는 517 nm 부근에서 최대 흡광도를 나타내는데 전자를 받으면 흡광도가 감소하고 일단 환원되면 다시 산화되기 어려우므로, radical을 환원시키는 능력이 크다면 높은 항산화 활성과 활성산소 및 free radical 제거 능력을 기대할 수 있다(58). Paik 등(66)의 연구에서 모시잎의 물과 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 250 ppm에서 각각 26.0%, 25.4%, 500 ppm에서 48.1%, 51.5%, 1,000 ppm에서 67.4%, 84.2%를 나타냈으며, 본 모시잎 에탄올 추출물의 소거능은 1000 ppm에서 77.74%와 77.29%로 본 연구결과에서 더 낮은 소거능을 보였으나 모시잎 물 추출물 보다는 높게 나타났다.

온실재배와 노지재배한 깻잎의 시기별 DPPH radical 소거능은 물추출물에서는 1월 온실재배 깻잎(29%) 및 8월 노지재배 깻잎(15%)보다 5월 온실재배 깻잎에서 36.4%로 높았으나 에탄올 추출물에서는 1월 및 5월 온실재배 깻잎의 소거능은 각각 55.5%와 56.2%로 비슷하였고, 8월 노지재배 깻잎에서 69%로 제일 높았다고 보고되어 추출용매뿐만 아니라 수확시기에 따라서도 소거능의 차이를 보이는 것으로 나타났다(139). 쑥의 DPPH radical 소거능은 물 추출물의 경우 100, 300, 500, 1,000

ppm농도에서 각각 41%, 50%, 53%, 57%이었고, 에탄올 추출물은 각각 39%, 51%, 58%, 64%로 추출물의 농도 의존적으로 증가하였다고 보고되어(173), 본 연구결과와 비교해 1000 ppm에서 모시잎의 에탄올 추출물이 쑥 에탄올 추출물에 비하여 높은 소거능을 보였다.

모시잎은 주로 삶은 모시잎을 떡으로 이용하는데, Park 등(65)은 모시잎 분말을 1%, 3%, 5%, 7%의 농도별로 설기떡에 첨가하여 DPPH radical 소거능을 측정한 결과 24.99%~65.39%로 첨가량이 증가할수록 소거능이 증가하였고, 5% 첨가군은 50% 이상의 소거능을 보였으며 3% 이상 첨가 시 대조구인 BHT와 비타민 C보다 월등히 높았다고 하였다. 이는 일반적으로 식품에 항산화제로 사용되는 비타민 C와 BHT는 조리 과정 중에 그 기능이 소실되는 반면 모시잎은 항산화 기능을 보유한 물질이 파괴되지 않아 우수한 항산화 활성을 나타내는 것이라 하였다. 이러한 결과들로 볼 때 모시잎의 항산화 활성은 열처리를 거치는 가공방법에도 높은 항산화 활성을 유지하므로 기능성 식품 소재로서의 이용 가능성이 높다고 사료된다.

전자공여능은 phenolic acids와 flavonoids 등 페놀성 물질에 대한 항산화 작용의 지표로서 환원력이 큰 물질일수록 전자공여능이 높으며(174), 솔잎의 열수 및 70% 아세톤 추출물에서 전자공여능이 phenol 함량이 높은 아세톤 추출물에서 높게 나타났다고 보고되었다(175). 또한 Lee 등(176)은 한약재의 항산화활성을 검증한 연구에서 높은 DPPH 소거능을 보이는 한약재는 polyphenol처럼 hydroxyl group을 구조 중에 포함하며 DPPH와 반응하기에 적합한 입체구조를 가지는 화합물이 존재하기 때문으로 추정하였다. 따라서 식물체 추출물의 DPPH radical 소거에 의한 전자공여능이 phenol류나 flavonoid 물질에 기인하여 항산화활성을 나타내는 것으로 볼 때(177), 본 연구에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 DPPH radical 소거능이 비슷한 경향을 보였으나 열풍건조 모시잎에서 다소 높게 나타난 것은 열풍건조 및 동결건조 모시잎에 함유된 총 polyphenol 및 flavonoid 함량에 기인된 결과로 판단된다.

Table 22. DPPH radical scavenging activity of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Samples[1)]	Radical scavenging activity (%)
HR[2)]	77.73±0.18[6)d7)]
FR[3)]	77.29±0.12[d]
BHT[4)]	84.30±0.13[c]
BHA[5)]	85.87±0.29[b]
Vitamin C	92.15±0.12[a]

[1)]The concentration of all test samples was 1,000 ppm (1 mg/mL).
[2)]HR : Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract.
[3)]FR : Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract.
[4)]BHT : butylated hydroxytouene.
[5)]BHA : butylated hydroxyanisole.
[6)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.
[7)]Abbreviations: different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

마. 항산화지수

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 유지 산화 억제효과를 알아보기 위하여 Rancimat으로 측정한 항산화지수는 Table 23과 같다. 양성대조군으로 사용한 천연항산화제인 비타민 C의 항산화지수는 2.24로 가장 높게 나타났고, 합성항산화제인 BHT와 BHA는 각각 1.95와 1.92로 비타민 C에 비하여 낮게 나타났다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 항산화지수는 각각 1.42과 1.38로 BHT, BHA 및 비타민 C에 비해서는 낮았으나 시료를 미첨가한 음성대조군의 1.00보다는 높게 나타나 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 soybean oil에 대한 산화 억제효과가 있는 것으로 확인되었다.

Rancimat에 의한 항산화지수는 공기에 의한 지질 산패도를 반영하는 것으로 시료를 첨가 후 유지의 복잡한 산화과정 중 유도기간 마지막에 상당량의 저분자량 휘발성 카보닐산이 유리되는 양으로 측정한다(178). 유지의 산화를 억제하는 물질인 항산화제는 유지의 자동산화과정의 초기반응에서 생성되는 free radical과 반응하여 radical에 수소를 공급하며, 연쇄반응을 차단시키는 기능을 하여 유도기간을 연장시키는 것으로 알려져 있다. Lee 등(179)이 보고한 들깻잎 80% 에탄올 추출물의 유도기간은 soybean oil, corn oil, palm oil, lard oil 모두에서 대조구에 비하여 높게 나타났으나 BHT에 비해서는 낮게 나타나 본 연구결과와 유사하였다. 또한 본 연구와 같은 soybean oil에서 들깻잎의 항산화지수는 1.32로 corn oil(1.32), palm oil(1.05), lard oil(1.24)와 비교해 가장 높게 나타났으며 본 연구의 모시잎과 비슷한 항산화지수를 나타내었다. Choo 등(180)은 참나물 에탄올 추출물의 분획별로 rancimat으로 측정한 항산화지수는 가장 높게 나타난 n-haxane 분획이 1.98로 BHT와 유사하였으며, 다음으로 ethylacetate(1.29) > chloroform(1.09)> n-butnol(1.07) > water(1.02) 분획 순이었다고 보고하였다. 이와 같이 용매분획별로 항산화지수가 다르게 나타난 것은 시료에 함유된 항산화 성분들이 추출용매의 극성도에 따라 용출정도가 다르기 때문으로 사료된다.

식물체에서 항산화 활성을 발휘하는 대표적인 생리활성물질은 flavonoid, phenolic acid 등의 페놀화합물로서, Kim 등(181)은 20여종의 약용식물류의 총 phenol 및 flavonoid 함량과 항산화 활성의 상관관계에서 polyphenol의 함량이 flavonoid보다 많을수록 항산화 활성이 높다고 보고한 바 있으며, 본 연구의 열풍건

조 및 동결건조 모시잎에서도 flavonoid 함량에 비하여 polyphenol 함량이 더 높게 나타났다.

본 연구에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 항산화지수는 DPPH radical 소거능의 결과와 같이 비슷한 수준으로 나타났으며, 모시잎에 다량 함유된 polyphenol, flavonoid, 항산화비타민 및 무기질 등의 항산화 활성을 갖는 성분들에 의하여 유도기간을 연장해 유지의 산패 억제효과를 나타냄으로써 높은 항산화력을 보인 것으로 판단된다.

Table 23. Antioxidative index of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying on soybean oil

Samples[1)]	IP[7)]	AI[8)]
Control[2)]	6.90±0.18[9)d10)]	1.00
HR[3)]	9.82±0.92[c]	1.42
FR[4)]	9.52±0.12[c]	1.38
BHT[5)]	13.45±0.19[b]	1.95
BHA[6)]	13.22±0.17[b]	1.92
Vitamin C	15.43±0.92[a]	2.24

[1)]The concentration of all test samples was 1,000 ppm (1 mg/mL).
[2)]Control : soybean oil without ramie leaf ethanol extract.
[3)]HR : Hot air dried ramie leaf 80% ethanol extract.
[4)]FR : Freeze dried ramie leaf 80% ethanol extract.
[5)]BHT : butylated hydroxytouene.
[6)]BHA : butylated hydroxyanisole.
[7)]Induction period(IP,hr.min) of oil was determined by test of Rancimat at 110℃.
[8)]Antioxidant index(AI) was expressed as IP of oil containing sample/IP of soybean oil.
[9)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.
[10)]Abbreviations: different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

3. 모시잎 에탄올 추출물의 암세포 증식에 미치는 효과

가. 간암세포 증식 억제효과

건조방법에 따른 모시잎 80% 에탄올 추출물의 간암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 간암(Hep G2) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 간암세포 증식 억제효과를 알아보았다. MTT assay는 살아있는 세포의 양을 측정하는 표준 비색분석법(standard colorimetric assay)이라고 할 수 있으며, 세포의 미토콘드리아 탈수소 효소작용(dehydrogenase)에 의하여 노란색의 수용성 기질인 MTT를 자주색을 띄는 비수용성의 MTT-formazan 결정으로 환원시키는 미토콘드리아의 능력을 이용하는 검사법으로서, 살아있는 세포 수에 비례해서 흡광도가 증가한다(182).

본 연구에서 간암 세포주에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 농도별(25, 50, 100, 200, 400, 800 μg/mL)로 시료 처리를 한 후 각 세포 생존율을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 25 μg/mL에서는 대조군에 비하여 유의적인 생존율의 변화는 없었고, 50 μg/mL 이상에서는 추출물의 농도가 증가됨에 따라 간암세포의 생존율이 농도 의존적으로 저하되어 800 μg/mL에서 각각 18.38%와 17.21%의 생존율로 가장 높은 세포 증식 억제율을 보였다. 건조방법에 따른 간암세포 증식 억제효과를 비교해 보면, 대체로 열풍건조 모시잎 추출물에 비하여 동결건조 모시잎 추출물에서 더 낮은 세포 생존율을 보여 동결건조 모시잎의 간암세포 증식 억제효과가 더 큰 것으로 나타났으나 200 μg/mL과 400 μg/mL 농도에서만 유의적인 차이를 보였다.

Kim 등(62)의 연구에서는 인체 정상 간세포(BNLcl2 cell)에서 생모시잎의 용매 분획별, 농도별(1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1,000, 2,000 μg/mL)로 처리한 실험군의 세포 생존율의 저하를 알아본 결과, 물 추출물은 모든 농도에서 대조군에 비해 유의적인 생존율의 저하는 없었으나, 헥산, 에틸아세테이트, 메탄올 분획물은 1,000 μg/mL 이상에서는 대조군에 비해 유의적인 생존율의 저하가 있어 세포 독성이 있는 것으로 나타나 항암 활성은 500 μg/mL에서 실시하였다고 하였다. 간암세포(Hep G2)에 대한 항암 활성은 최고 농도인 500 μg/mL에서 메탄올 분획물은 28%까지 생존율이 낮았으며, 에틸아세테이트 분획물 30%, 물 추출물 36%, 헥산 분획물 52% 순으로 보고하여 분획물마다 차이를 보이는 것으로 나타났다. Hwang

등(183)은 쑥의 아세톤 분획물이 인체의 간암세포(Hep G2)와 결장암세포(HCT-48)에 현저히 높은 암세포 증식 억제효과를 나타내었다고 보고하였으며, Seo 등(184)은 머위 추출물의 간암세포(Hep3B)에 대한 암세포 생존 억제율을 분석한 결과 부탄올 분획에서 72.7%로 가장 높은 억제율을 보였고, 헥산 분획에서는 38.1%, 에틸아세테이트 분획에서는 24.6%의 억제율을 보였으며, 위암세포보다는 간암세포에 대한 억제정도가 훨씬 높았다고 하였다. 본 연구에서도 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 가장 높은 농도인 800 μg/mL에서 간암세포 증식 억제율은 각각 81.62%와 82.79%이었고, 위암세포 증식 억제율은 각각 78.12%와 76.80%로(Fig. 2), 모시잎 추출물은 위암세포보다는 간암세포에 대한 증식 억제효과가 큰 것으로 나타났다.

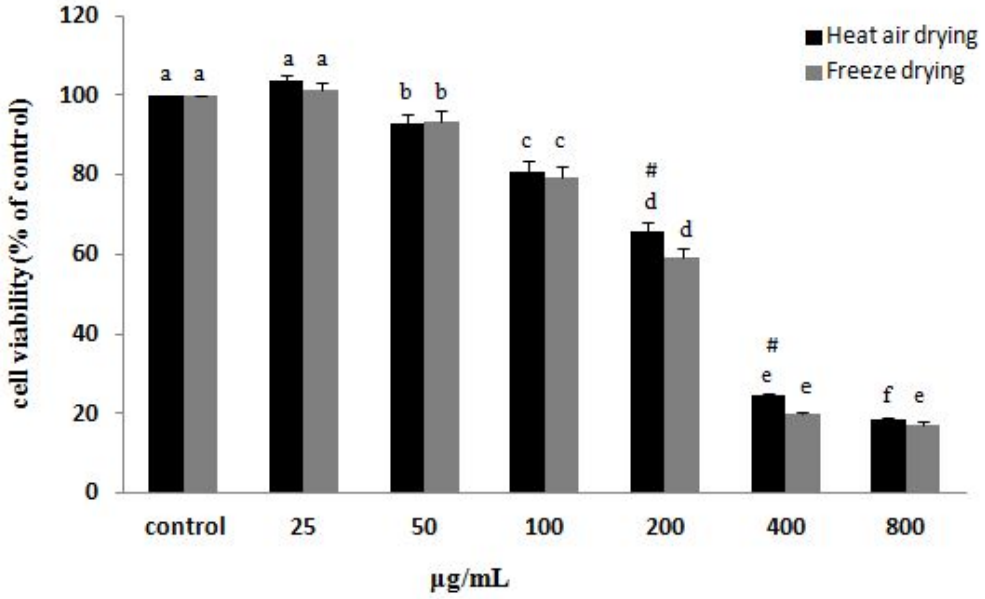

Fig. 1. Cell viability on Hep G2 cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Reported values are means±SE . [a-f]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test. [#]Significant difference compared with freeze drying at $p<0.05$ by Student's t-test.

나. 위암세포 증식 억제효과

건조방법에 따른 모시잎 80% 에탄올 추출물의 위암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 위암(AGS) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 위암세포 증식 억제효과를 알아보았다. 위암 세포주에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 농도별(25, 50, 100, 200, 400, 800 μg/mL)로 시료 처리를 한 후 각 세포 생존율을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 50 μg/mL 이하에서는 위암세포의 증식을 억제하지 못하였으나, 100 μg/mL 이상에서는 추출물의 농도가 증가됨에 따라 위암세포의 생존율이 농도 의존적으로 저하되어 가장 높은 농도인 800 μg/mL에서 생존율이 각각 21.88%와 23.20%로 위암세포 증식 억제효과가 나타났다. 위암세포 증식 억제효과를 보인 100 μg/mL 이상에서는 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎 추출물에서 더 낮은 생존율을 보였으나 건조방법에 따른 유의적인 차이는 없었다.

머위 추출물의 위암세포(SNU-719)에 대한 암세포 생존 억제율은 500 μg/mL에서 부탄올 분획에서 41.9%로 가장 높게 나타났고, 헥산 분획에서는 27.7%, 에틸아세테이트 분획에서는 6.5%로 낮은 억제율을 보였다고 하였다(184). 인진쑥 추출물은 300 μg/mL 농도에서 위암세포인 NCI-N87과 결장암세포인 HT-29에 대해 각각 67%와 49%의 증식 억제효과가 있으며(185), 이러한 추출물의 암세포 증식 억제능은 시료 중에 함유된 페놀화합물에 의한 것으로 페놀 화합물이 종양괴사 인자를 활성화시키기 때문으로 보고되어 있다(186). 개똥쑥의 물 및 80% 에탄올 추출물을 62.5, 125, 250, 500 μg/mL의 농도로 조정하여 위암세포인 AGS의 증식에 미치는 영향을 살펴본 결과, 모든 농도에서 물 추출물에 비하여 에탄올 추출물에서 더 높은 억제율을 보였고, 500 μg/mL 에서 에탄올 추출물의 증식 억제율은 57.24%로 가장 높았으며, 그 외 시료에서는 50% 미만으로 보고되었다(187). 본 연구에서 개똥쑥 에탄올 추출물의 최고 농도보다 낮은 농도인 400 μg/mL에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 위암세포 증식 억제율은 각각 66.49%와 64.40%로, 개똥쑥 에탄올 추출물에 비하여 모시잎 에탄올 추출물이 위암세포인 AGS에 대하여 증식 억제효과가 더 큰 것으로 판단된다. Do 등(188)은 지유, 감초, 정향 등의 생약재 추출물의 위암세포(SNU-1 cell)에 대하여 1,000 ppm 농도에서 물 추출물은 30~44%, 에탄올 추출물은 30~36%의 암세포 증식 억제효과를 나타내었으나 자궁암세포

(HeLa cell)에 대하여는 동일한 농도에서 물 추출물은 15~55%, 에탄올 추출물은 10~36%의 암세포 증식 억제효과 나타내어 생약재와 암세포의 종류에 따라 암세포 증식 억제효과에 큰 차이를 나타내는 것으로 보고하였다.

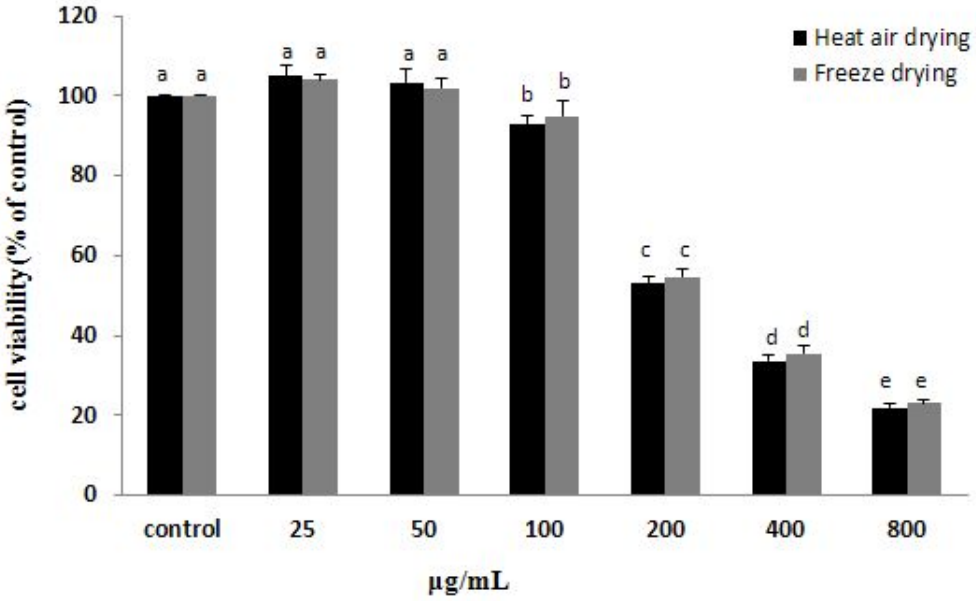

Fig. 2. Cell viability on AGS cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Reported values are means±SE. [a-e]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test.

다. 폐암세포 증식 억제효과

건조방법에 따른 모시잎 80% 에탄올 추출물의 폐암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 폐암(A549) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 폐암세포 증식 억제효과를 알아보았다. 폐암 세포주에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 농도별(25, 50, 100, 200, 400, 800 μg/mL)로 시료 처리를 한 후 각 세포 생존율을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 25 μg/mL에서는 대조군에 비하여 유의적인 변화는 없었고, 50 μg/mL 이상에서는 추출물의 농도가 증가됨에 따라 농도 의존적으로 저하되어 가장 높은 농도인 800 μg/mL에서 폐암세포의 생존율이 대조군에 비하여 각각 13.66%와 15.34%로 낮아져 폐암세포 증식 억제활성이 높은 것으로 나타났다. 100 μg/mL 이상의 농도에서는 동결건조 모시잎 추출물에 비하여 열풍건조 모시잎 추출물에서 더 낮은 세포 생존율을 보이는 경향이었으나 400 μg/mL에서만 유의적인 차이를 보였다.

Kim 등(62)이 보고한 생모시잎의 폐암세포(A549)에 대한 항암활성은 메탄올 분획이 다른 분획에 비해 폐암세포 생존율을 억제시켜 500 μg/mL에서 대조군보다 생존율이 45.57%까지 낮아졌으며, 에틸아세테이트 분획은 62.97%, 헥산 분획은 66.63%, 물 추출물은 76.90%의 생존율을 보여 용매마다 폐암세포 생존율에 차이를 보였다. Park 등(189)이 보고한 쑥 추출물에 대한 폐암세포(A549)의 증식 억제효과에서는 500 ppm에서 물 추출물은 22%, 70% 에탄올 추출물은 22.5%로서 비슷한 수준인 것으로 보고되었으나, Lee 등(190)은 사철쑥의 에탄올 추출물이 증류수 추출물보다 인체 폐암세포주 A549에 대해 높은 세포 성장 억제효과를 보였다고 하였다. 또한 Kim 등(191)이 보고한 솔잎 추출물의 폐암세포(A549)의 성장 억제효과는 1,000 ppm에서 78%의 억제효과를 보였는데, 본 연구에서는 이 보다 낮은 농도인 800 ppm (800 μg/mL)에서 86.34%와 84.66%의 폐암세포 증식 억제효과를 나타내어 솔잎 추출물에 비하여 모시잎 추출물의 항암활성이 높은 것으로 판단된다. 식물류에 존재하는 항암성분으로는 β-carotene과 비타민 C 등의 비타민류, cysteine, dietary fiber류, indol류, peroxidase, protease inhibitor, 식물 sterol, selenium 등과 chlorophyll 및 chlorophyllin 등의 색소류 등이 보고되어 있다(192,193).

이상의 결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 건조방법에 따른 항암활성은 비슷한 경향이었으며 가장 높은 농도인 800 μg/mL에서 80% 이상의 간

암 및 폐암세포의 증식 억제활성을 보였고, 위암세포에서는 75% 이상의 증식 억제활성을 보였다. 이러한 모시잎 추출물의 암세포 증식 억제효과는 시료 중의 항암활성을 나타내는 물질이 관여하여 나타난 결과로 판단되며, 향후 이러한 암세포 증식 억제효과를 나타내는 물질들에 관한 연구가 필요하리라 생각된다.

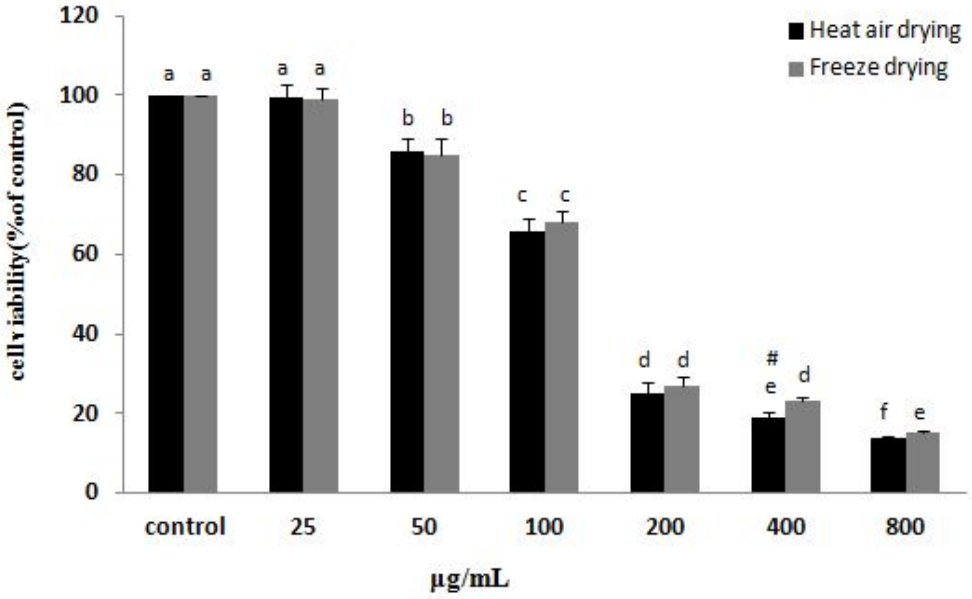

Fig. 3. cell viability on A549 cell line of 80% ethanol extracts of ramie leaf treated with hot air and freeze drying

Reported values are means±SE. [a-f]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test. [#]Significant difference compared with freeze drying at $p<0.05$ by Student's t-test.

제3절 건조방법에 따른 모시잎의 지방전구세포를 이용한 항비만효과

1. 모시잎 에탄올 추출물의 3T3-L1 지방전구세포에 대한 증식과 분화 억제효과

가. 3T3-L1 지방전구세포의 증식에 미치는 효과

비만은 지방전구세포의 분화 및 adipogenesis 과정에 의하여 지방세포의 세포 내 중성지방 축적으로 발생한다(194). 항비만 관련 소재 연구나 기전 연구에 많이 이용되고 있는 3T3-L1 지방전구세포는 마우스 섬유아세포(fibroblast)인 3T3 세포에서 유래된 세포주로서, 생물학적 특성과 적절한 배양 조건으로 지방세포로 분화하는 특징을 갖고 있어 지방세포의 대사과정은 물론 지방축적과 지방세포의 분화과정을 연구하는 모델로 많이 사용되고 있다(195,196).

본 연구에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물이 3T3-L1 지방전구세포의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위해 25 μg/mL과 100 μg/mL의 모시잎 에탄올 추출물을 처리하여 2일간 배양 후 세포수를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 25 μg/mL 농도에서는 지방세포 수의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 25 μg/mL 농도에서는 지방전구세포의 증식을 억제하지 않았다. 100 μg/mL 농도에서는 대조군에 비하여 각각 25.46%와 24.52%로 지방세포 수가 유의적으로 감소되어 지방전구세포의 증식을 억제하는 것으로 나타났고, 건조방법에 따른 유의적인 차이는 없었다.

Song(197)은 콜라비와 산사 80% 에탄올 추출물 25 μg/mL과 100 μg/mL 농도에서 3T3-L1 지방전구세포의 증식에 미치는 영향을 알아본 결과, 콜라비 과피 및 과육 추출물 모두 세포의 증식을 억제하지 않았고, 산사 추출물은 세포 증식을 크게 억제시켰는데, 중국산 산사는 25 μg/mL에서 24.5.5%, 100 μg/mL에서 34.3%, 국산 산사는 25 μg/mL에서 24.1%, 100 μg/mL에서 26.9%로, 25 μg/mL 농도에서는 거의 차이가 없었지만, 100 μg/mL 농도에서는 중국산 산사가 국산 산사보다 7.4% 더 많이 세포 증식을 억제하였다고 하였으며, 본 연구결과의 모시잎 에탄올 추출물보

다 높은 증식 억제효과를 보였다. 또한 Shin(198)의 8종의 새싹채소 80% 에탄올 추출물이 3T3-L1 지방전구세포의 증식에 미치는 영향을 알아본 결과에서는 8종의 새싹채소 에탄올 추출물 모두 지방세포 수가 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었다. 특히 브로콜리 싹 에탄올 추출물이 가장 적은 지방세포 수가 관찰 되었는데 이는 3T3-L1 지방전구세포의 분화를 억제한 작용 기전이 지방세포의 증식을 억제하였기 때문인 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 기전에 의하여 3T3-L1 지방전구세포의 증식을 억제하였을 것으로 생각된다.

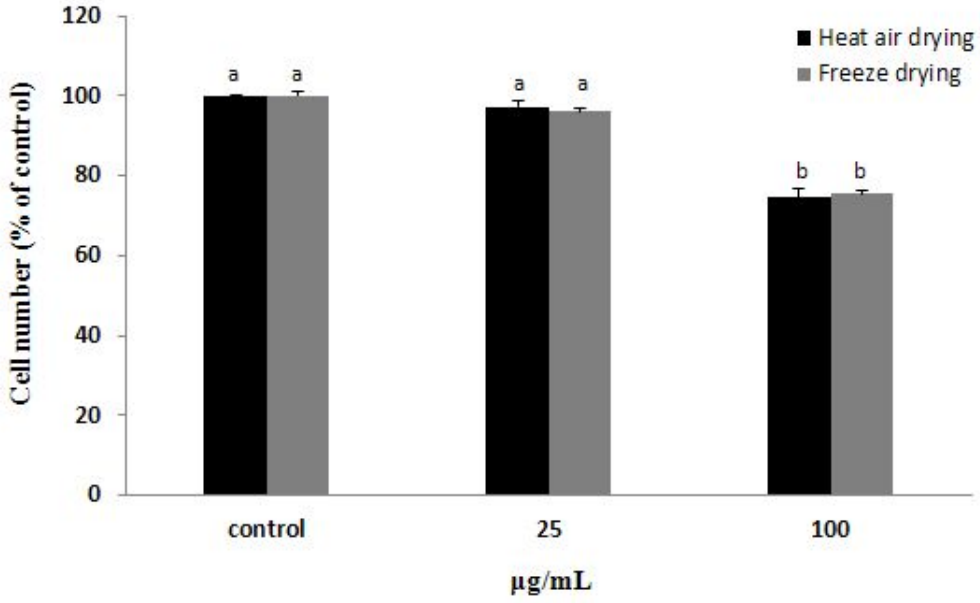

Fig. 4. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on proliferation of 3T3-L1 preadipocytes

Dimethyl sulfoxide(DMSO) was used as control. Cell proliferation was determined by counting cells by hematocytometer. Reported values are means±SE. [a-b]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test.

나. 3T3-L1 지방전구세포의 분화에 미치는 효과

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물이 3T3-L1 지방전구세포의 분화에 미치는 영향을 알아보기 위해 모시잎 에탄올 추출물을 25 μg/mL과 100 μg/mL의 농도별로 처리하여 GPDH 활성을 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 3T3-L1 지방전구세포는 여러 호르몬과 다양한 전사인자들에 의해 지방세포로 분화되면서 세포 내 지방이 축적되는 등 지방세포로서의 형태를 나타내게 되며, 지방세포 특유의 유전자 발현 및 지방축적을 유도하는 효소의 활성화가 일어나게 된다(199.200). 현재까진 밝혀진 adipogenesis 과정에 관여하는 효소에는 acetyl-CoA carboxylase, glycerophosphate dehydrogenase, pyruvate carbxylase 등이 있으며, 지방전구세포가 지방세포로 분화될 때 이 효소들의 활성이 증가 또는 감소한다(200-202). 따라서 배양액 내에 첨가한 특정 인자들의 분화 촉진 및 억제 정도를 알기 위하여 이 효소들의 활성을 측정함으로써 그 정도를 확인할 수 있다. 그 중에서도 GPDH는 dehydroxyaceton phosphate를 glycerol-3-phosphate로 전환시키는 효소로, glycerol-3-phosphate는 중성지방 합성에 필요한 물질이기에 지방전구세포가 성숙한 지방세포로 분화됐는지를 구명할 수 있는 효소로 이용되고 있으며 adipogenesis 과정이 진행되면서 그 활성이 증가하는 것으로 알려져 있다(87, 203).

본 연구의 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 추출물의 농도가 증가됨에 따라 GPDH 활성이 농도 의존적으로 저하되어 지방전구세포의 분화 억제효과를 나타내었다. 25 μg/mL 농도에서는 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 대조군에 비하여 각각 9.83%와 7.54%의 분화 억제효과를 보였고, 100 μg/mL 농도에서는 각각 36.15%와 33.57%의 분화 억제효과를 보였다. 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 지방전구세포 분화 억제효과가 다소 높았으나, 건조방법에 따른 유의차는 없었다.

Kim과 Nam(204)에 의하면 식이섬유소의 한 종류이며, 비만 억제효과가 있다고 알려져 있는 알긴산을 저분자화 시킨 polymannuronates의 농도(0.5%, 0.25%, 0.1%)를 달리하여 3T3-L1 지방전구세포에 처리한 결과, GPDH 활성은 polymannuronates의 농도가 증가할수록 농도 의존적으로 저하되어 분화 억제효과를 나타내었다고 하였다. 또한 용아초 에틸아세테이트 추출물을 3T3-L1 지방전구세포에 처리하였을 때 50 μg/mL 농도에서는 58%, 100 μg/mL 농도에서는 80% 정

도 분화 억제효과를 보였다고 보고되어(205) 이러한 결과들은 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 반면, Song 등(197)은 콜라비 에탄올 추출물을 25 μg/mL과 100 μg/mL의 농도별로 3T3-L1 지방세포에 처리하여 GPDH 활성을 측정한 결과, 과피와 과육 모두 유의적인 차이를 보이지 않아 세포 분화에 영향을 미치지 않았다고 하였다. Yoon 등(206)은 손바닥 선인장 줄기의 열수와 75% 에탄올 추출물을 농도별(10, 20, 40, 60, 80, 100 μg/mL)로 3T3-L1 지방전구세포에 처리한 결과, 농도가 증가할수록 지방세포의 분화가 증가되어 물과 에탄올 추출물 모두 80 μg/mL과 100 μg/mL 처리군에서는 대조군보다 다소 높은 분화를 보였으며, 특히 열수 및 에탄올 추출물 100 μg/mL 처리의 경우 대조군에 비해 각각 23%와 11% 정도 분화를 촉진하는 것으로 나타나 이러한 결과는 본 연구결과와 차이를 보였다. 이상의 결과 물질에 따라서 지방세포의 분화에 미치는 영향은 다른 것으로 보이며, 3T3-L1 지방전구세포에서 retinol(207)과 비타민 E(208) 등은 분화를 억제하며 ascorbate(209)와 cadmium(210) 등은 지방세포의 분화를 촉진시키는 물질로써 보고된 바 있다.

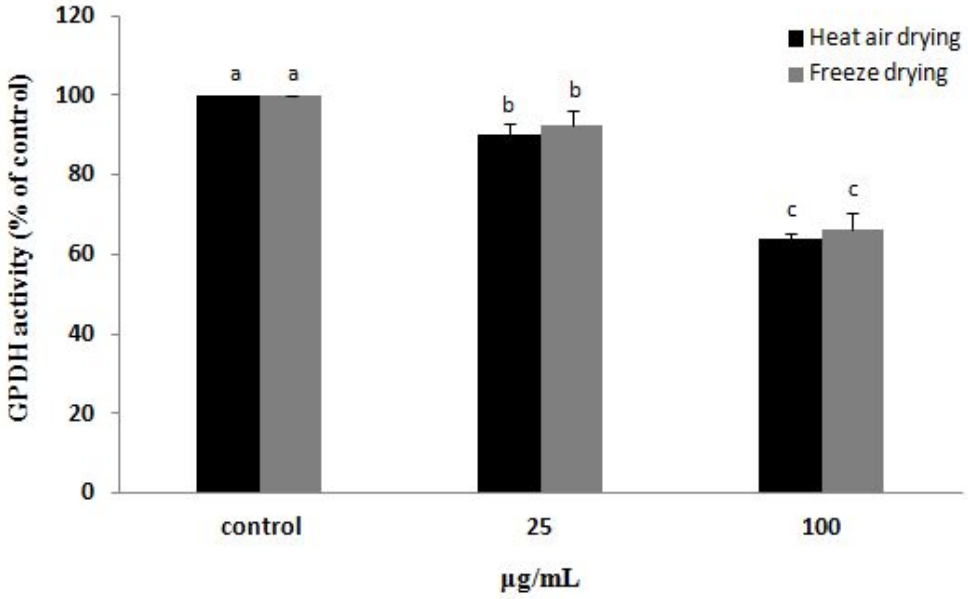

Fig. 5. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on differentiation of 3T3-L1 preadipocytes

Dimethyl sulfoxide(DMSO) was used as control. Cell differentiation was determined by glycerol-3-phosphate dehydrogenase(GPDH) activity. Reported values are means±SE. [a-c]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test.

다. 3T3-L1 지방전구세포의 중성지방 함량에 미치는 효과

열풍건조 및 동결건조 추출물에 의한 3T3-L1 지방전구세포의 지방 축적 억제 효과를 확인하기 위해 3T3-L1 지방전구세포의 중성지방 함량을 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. 중성지방은 음식물로 섭취하는 지방의 95% 이상을 차지하고, 동물의 저장지방의 경우에도 중성지방 형태로 저장되며, 지방조직에서의 중성지방의 저장은 chylomicron 및 very low density lipoprotein(VLDL) 등과 같은 triglyceride-rich lipoprotein에 의하여 유발되는 것으로 알려져 있다(211). 일반적으로 중성지방은 포도당과 함께 세포의 중요한 에너지원으로 사용되지만 여분의 중성지방은 지방세포에 흡수되고 저장되어 비만의 원인이 되며(212,213), 또한 과도한 지방조직의 축적은 insulin 저항성을 유발함으로써 제2형 당뇨병, 고지질혈증 및 심혈관계 질환의 위험을 증가시키는 원인이 된다(214).

본 연구의 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 추출물의 농도가 증가됨에 따라 중성지방 함량은 25 μg/mL 농도에서는 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 대조군에 비하여 각각 11.55%와 9.61%로 중성지방 축적이 감소하였고, 100 μg/mL 농도에서는 각각 29.92%%와 26.61%로 중성지방 축적이 감소하였으나 건조방법에 따른 유의적 차이는 없었다. 지방전구세포가 지방세포로 분화할 때 세포 내 지방이 축적하게 되는데, 중성지방 함량이 감소된 것은 분화가 억제 되었다는 것을 의미하며, 이것은 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물이 3T3-L1 지방전구세포의 분화를 억제시킨 결과와 유사하였다.

Kim 등(215)은 미역 에탄올 추출물을 10, 20, 30, 40, 50 μg/mL의 농도별로 3T3-L1 지방전구세포에 처리한 결과 중성지방 함량이 농도 의존적으로 저하되었으며 50 μg/mL 농도에서 중성지방 함량이 40% 감소되었다. Shin(198)은 8종의 새싹채소 80% 에탄올 추출물이 3T3-L1 지방전구세포의 중성지방 함량에 미치는 영향을 살펴본 결과, 3T3-L1 지방전구세포의 분화를 가장 많이 억제시킨 브로콜리싹 에탄올 추출물의 중성지방 함량도 가장 적게 나타났다고 하였다. 본 연구에서도 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 지방세포 분화 억제효과가 다소 높았는데, 중성지방 함량에서도 같은 경향을 보였다. 지방 축적에 따른 지방세포 분화 억제효과는 용매에 따라서도 차이를 보이는데, 늙은 호박의 물 및 70% 에탄올 추출물의 지방 축적은 1 mg/mL의 농도에서 각각 101.67%, 64.97%로 측정되어 에

탄올 추출물이 물 추출물보다 지방 축적에 대한 억제력이 높았으며 물 추출물은 지방 축적 억제력을 보이지 않았다고 보고되었다(216). 또한 You와 Jun(217)의 연구결과에서도 동과 분획물 중 50 μg/mL의 클로로포름 분획과 에틸아세테이트 분획의 처리에 따라 세포 내부의 중성지방 함량이 21.1%와 16.4%로 감소하여 용매에 따른 차이를 보였다. 이러한 차이는 용매로 인해 추출되어진 항비만 활성을 나타내는 물질의 함량의 차이로 인한 것으로 사료된다.

단일물질로서 지방세포에 대한 항비만효과에 관한 연구로 플라보노이드인 vitexin은 3T3-L1 지방전구세포에서 지방세포 분화 촉진인자인 C/EBPa 및 PPARγ를 억제하며, 세포 내 지방 축적을 감소시켰다고 보고되었으며(218), 폴리페놀류 이소플라본인 genistein은 지방세포 분화 억제효과가 있다고 보고된 바 있다(219). 또한 3T3-L1 지방전구세포에 폴리페놀의 일종인 quercetin과 resveratrol을 각각 25 μM씩 처리하면 지방 축적이 약 20% 정도 억제되는데, 두 물질을 함께 처리하면 70% 억제되었고(220), 3T3-L1 지방전구세포에 rutin 0.25, 0.5, 1.0 mg/mL을 처리 시 지방세포 분화가 억제되고 지방세포의 전사인자인 PPARγ와 C/EBPα 발현이 감소하였다고 보고되었다(221).

3T3-L1 세포에서 지방 축적 함량은 지방세포의 지방 축적을 비교 평가하는 가장 일반적인 방법으로 항비만 활성과 관련하여 보고된 소재들을 대상으로 한 연구에서 소재를 처리하지 않은 군과 비교 시 항비만 활성을 갖는 소재들은 adipogenesis 과정에서 지방 축적의 감소에 효과가 나타나는 것으로 제시되고 있다(222,223).

이상의 결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 3T3-L1 지방전구세포의 증식을 억제하고, GPDH의 활성을 저하시킴으로써 중성지방 축적 및 지방전구세포의 분화를 억제하는 것으로 보아 비만 예방에 효과적일 것으로 보인다. 또한 지방전구세포의 증식 및 분화 모두 효과가 있는 농도는 100 μg/mL로 천연물질로써 비교적 낮은 농도에서 효과가 나타나는 것으로 보아 항비만 소재로의 개발 가능성이 있을 것으로 사료된다.

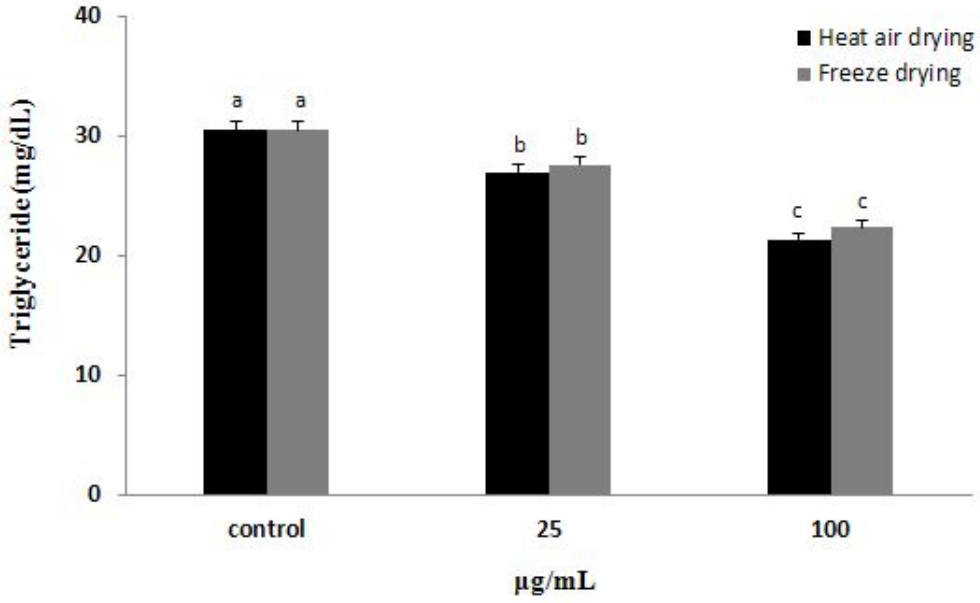

Fig. 6. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on triglyceride contents of 3T3-L1 preadipocytes

Dimethyl sulfoxide(DMSO) was used as control. Reported values are means±SE. [a-c]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test.

2. 모시잎 에탄올 추출물의 돼지 지방전구세포에 대한 증식과 분화 억제효과

가. 돼지 지방전구세포의 증식에 미치는 효과

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물이 돼지 지방전구세포의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위해 25 μg/mL과 100 μg/mL의 모시잎 에탄올 추출물을 세포배양 초기 2일간 처리하여 세포수를 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 추출물의 농도가 증가됨에 따라 지방세포 수가 농도 의존적으로 저하되어 25 μg/mL과 100 μg/mL 모두 대조군에 비하여 유의적으로 지방전구세포의 증식 억제효과를 나타내었다. 25 μg/mL 농도에서는 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 대조군에 비하여 각각 16.67%와 18.59%, 100 μg/mL 농도에서는 각각 37.85%와 39.78%의 증식 억제효과를 나타내어 농도에 의한 차이를 보였다. 3T3-L1 지방전구세포에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물은 25 μg/mL 농도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았고 100 μg/mL 농도에서만 약 25%의 유의적인 증식 억제효과를 보였는데, 이러한 결과로 볼 때 모시잎 추출물의 지방전구세포의 증식 억제효과는 3T3-L1 지방전구세포보다는 돼지 지방전구세포에서 더 효과가 큰 것으로 나타났다.

Song(197)의 연구에서 콜라비와 산사 80% 에탄올 추출물 25 μg/mL과 100 μg/mL 농도에서 돼지전구지방세포의 증식에 미치는 영향은 본 연구결과에서와 같이 모든 처리군에서 25 μg/mL보다 100 μg/mL 농도에서 증식 억제효과가 더 높게 나타났으며, 대조군에 비하여 콜라비 껍질과 과육 100 μg/mL 농도에서 각각 17.7%와 19.2% 증식 억제율을 보여 콜라비 껍질보다는 과육에서 증식 억제효과가 더 높게 나타났다. 또한 중국산 산사와 국산 산사 100 μg/mL 농도에서 각각 20.2%와 32% 증식 억제율을 보여 중국산 산사에 비하여 국산 산사의 증식 억제효과가 높은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과와 비교해 보면 열풍건조 및 동결건조 모시잎은 100 μg/mL 농도에서는 각각 37.85%와 39.78%의 증식 억제율을 보여 모시잎이 콜라비와 산사에 비하여 돼지 지방전구세포의 증식 억제효과가 더 뛰어난 것으로 판단된다.

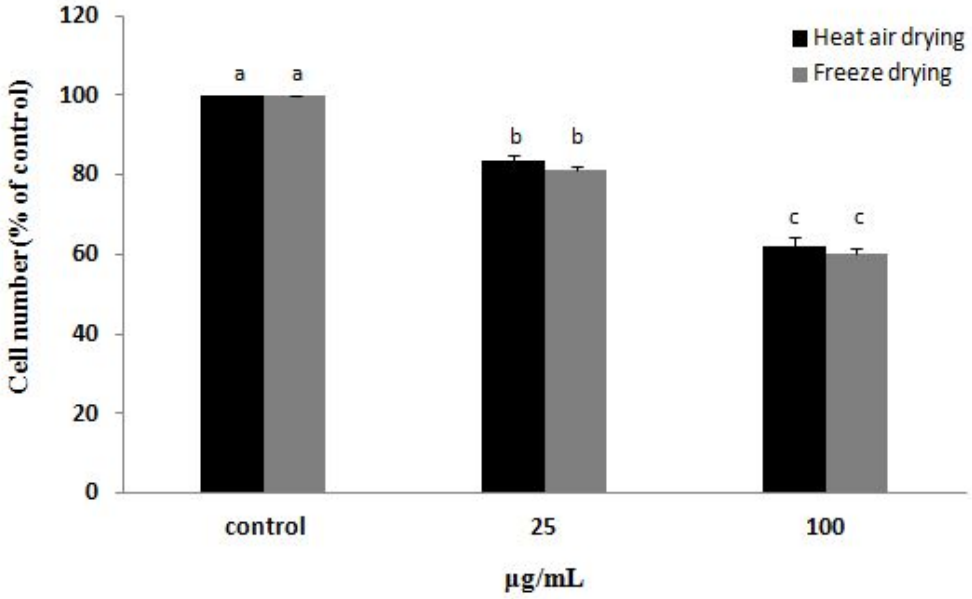

Fig. 7. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on proliferation of pig preadipocytes

Dimethyl sulfoxide(DMSO) was used as control. Cell proliferation was determined by counting cells by hematocytometer. Reported values are means±SE. [a-c]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test.

나. 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 효과

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물이 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 영향을 알아보기 위해 모시잎 에탄올 추출물을 25 μg/mL과 100 μg/mL의 농도별로 처리하여 GPDH 활성을 측정한 결과는 Fig. 8과 같다. 열풍건조 모시잎 추출물은 25 μg/mL과 100 μg/mL에서 대조군에 비하여 각각 17.03%와 49.81%로 GPDH 활성이 농도 의존적으로 저하되어 두 농도 모두 대조군과 유의적인 차이를 보였으며, 지방전구세포의 분화 억제효과를 나타내었다. 동결건조 모시잎 추출물은 25 μg/mL 농도에서는 지방전구세포의 분화에 영향을 미치지 않았으나 100 μg/mL 농도에서는 32.78%의 분화 억제효과를 보였다. 이러한 결과는 3T3-L1 지방전구세포에 대한 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 분화 억제효과에서 25 μg/mL과 100 μg/mL의 두 농도 모두 농도 의존적으로 유의하게 분화 억제효과를 보인 결과와는 차이를 보였다. 건조방법에 따른 돼지 지방전구세포 분화 억제효과는 25 μg/mL에서 18.74%, 100 μg/mL에서 17.03%로 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 지방전구세포 분화 억제효과가 더 높게 나타나 두 농도 모두 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보였다.

Song(197)의 연구에서 콜라비(과육 및 껍질)와 산사(중국산 산사 및 국산 산사) 80% 에탄올 추출물의 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 영향은 콜라비 과육 25 μg/mL과 중국산 산사 25 μg/mL에서만 분화 촉진과 억제 효과가 각각 관찰되었으나, 100 μg/mL에서는 효과가 관찰되지 않아 콜라비 과육과 중국산 산사가 분화를 촉진시키거나 억제시킨다고 단언하기에는 어렵다고 하였다. Choi 등(224)은 총 183종의 약용식물의 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 결과는 총 28종의 약용식물이 돼지 지방전구세포의 분화에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이중 16종의 약용식물은 증가시켰고, 12종은 억제시켰으며, 감초, 형개 및 구월나무(에탄올 추출), 그리고 비름, 천문동, 백출, 유자나무, 향부자, 구엽초 및 목단피(물추출)는 지방세포의 분화를 35% 이상 억제시켰다고 보고하였다. 비타민 A의 유도체인 retinoic acid가 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 영향을 조사한 Lim 등(225)의 연구결과에서 4일 동안 10 μM의 retinoic acid를 처리하여 돼지 지방전구세포의 분화를 78% 억제하였으며, retinoic acid가 성장 촉진인자 또는 성장호르몬 수용체의 조절을 통해서 돼지 지방전구세포의 분화를 억제하였다고 하였다. Conjugated linoleic

acid(CLA) 이성체가 돼지 지방전구세포의 분화에 미치는 영향은 20 μM과 50 μM의 *trans*10-*cis*12 CLA 이성체는 돼지 지방전구세포의 분화를 억제했고, *cis*9-*cis*11 이성체는 세포분화를 촉진하였으며, *cis*9-*trans*11과 *trans*9-*trans*11 이성체는 세포분화에 아무런 영향을 미치지 않았다고 보고되어(226) CLA 이성체는 돼지지방전구세포 분화에 각각 다른 작용을 나타내었으며, 이러한 결과로 볼 때 같은 물질이라도 화학 구조에 따라 지방전구세포 분화에 미치는 영향은 다른 것으로 판단된다.

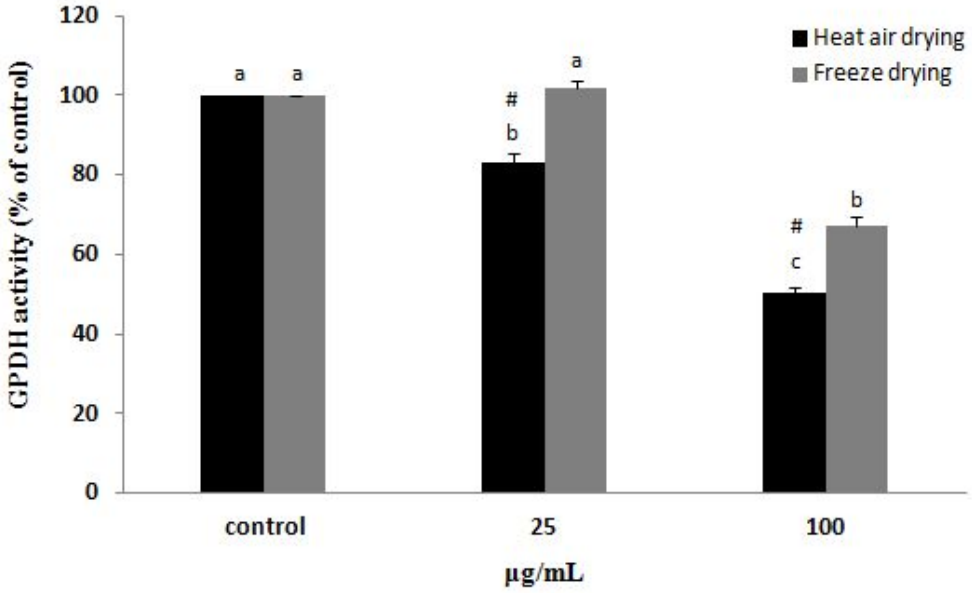

Fig. 8. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on differentiation of pig preadipocytes

Dimethyl sulfoxide (DMSO) was used as control. Cell differentiation was determined by glycerol-3-phosphate dehydrogenase(GPDH) activity. Reported values are means±SE. [a-c]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test. [#]Significant difference compared with freeze drying at $p<0.05$ by Student's t-test.

다. 돼지 지방전구세포의 중성지방 함량 및 지방구 생성에 미치는 효과

열풍건조 및 동결건조 에탄올 추출물에 의한 돼지 지방전구세포의 중성지방의 축적 억제효과를 확인하기 위해 돼지 지방전구세포의 중성지방 함량을 측정한 결과는 Fig. 9와 같다. 열풍건조 모시잎 추출물은 25 μg/mL과 100 μg/mL에서 대조군에 비하여 각각 14.28%와 44.51%로 중성지방 함량이 농도 의존적으로 저하되어 두 농도 모두 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 동결건조 모시잎 추출물은 25 μg/mL 농도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 100 μg/mL 농도에서는 대조군에 비하여 29.91%로 중성지방 함량이 유의하게 저하되어 중성지방 축적 억제효과를 나타내었고, 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎의 중성지방 축적 억제효과가 더 높게 나타나 두 농도 모두 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보였다. 이러한 결과는 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물이 돼지 지방전구세포의 분화를 억제시킨 결과와 유사한 경향을 보였으며, 3T3-L1 지방전구세포에 대한 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 분화 억제효과에서 25 μg/mL과 100 μg/mL의 두 농도 모두 농도 의존적으로 유의하게 중성지방 축적 억제효과를 보인 결과와는 차이를 보였다.

열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물 100 μg/mL의 처리가 돼지 지방전구세포의 지방구 생성에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위해 Oil Red O로 염색을 한 후 배양시기에 따라 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 10과 같다. 대조군의 경우 지방전구세포가 증식이 되고(day 2) 난 뒤에 차츰 분화를 하여(day 4) 분화가 완료되었을 때 무수히 많은 흰색 지방구가 생성된 것을 관찰할 수 있었고(day 6), 분화가 완료된 day 6에 열풍건조 및 동결건조 모시잎 추출물의 처리로 인하여 분화가 유도된 대조군에 비하여 염색된 지방구의 수가 크게 감소하는 것으로 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 열풍건조 및 동결건조 에탄올 추출물의 돼지 지방전구세포의 분화 및 중성지방 함량에 미치는 효과의 결과와 일치하였고, 열풍건조 및 동결건조 에탄올 추출물이 돼지 지방전구세포 분화유도과정에 효과를 나타내어 지방이 축적되는 정도를 유의하게 감소시킨다는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 3T3-L1 지방전구세포뿐만 아니라 돼지 지방전구세포의 증식을 억제하고, 지방 축적 및 지방세포의 분

화를 억제하는 것으로 나타나 모시잎은 항비만 소재로서의 가능성이 있을 것으로 생각된다. 3T3-L1 지방전구세포에서 증식 및 분화 억제효과는 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으나, 돼지 지방전구세포의 분화 억제 및 지방 축적 억제효과는 건조방법에 따른 유의적 차이를 보여 *in vitro*에서 항비만효과는 동결건조 모시잎 보다는 열풍건조 모시잎이 더 높은 것으로 판단된다.

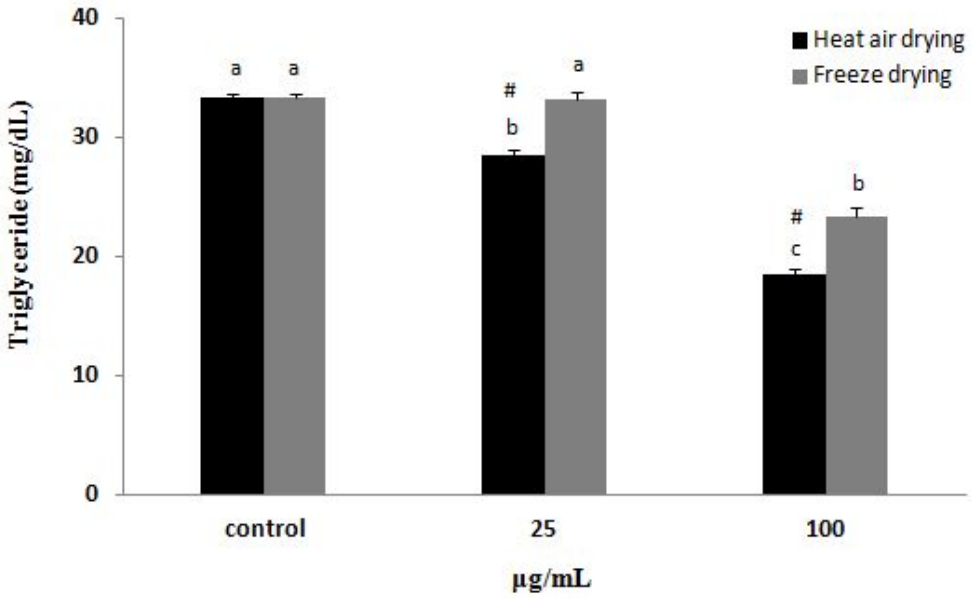

Fig. 9. Effects of ramie leaf ethanol extracts treated with hot air and freeze drying on triglyceride contents of pig preadipocytes

Dimethyl sulfoxide(DMSO) was used as control. Reported values are means±SE. [a-c]Values with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Tukey's test. [#]Significant difference compared with freeze drying at $p<0.05$ by Student's t-test.

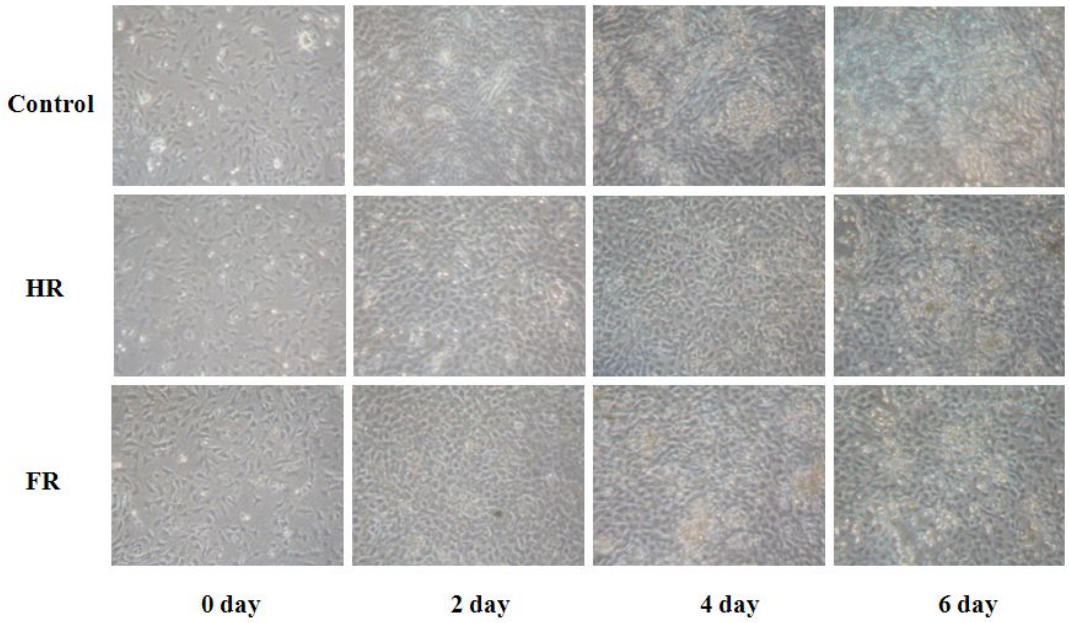

Fig. 10. Micrographs showing differentiation of pig preadipocytes treated with ethanol extracts of hot air drying(HR) and freeze drying ramie leaf(FR)

Lipid accumulation was measured by Oil Red O staining.

제4절 모시잎의 *db/db* 마우스에 대한 항비만 및 항당뇨 효과

1. 체중증가량, 식이섭취량 및 수분섭취량

본 연구에서 이용한 동물 모델인 C57BL/KsJ-*db/db* 마우스는 leptin 수용체 유전자의 돌연변이로 인해 leptin 분비능은 정상이나 수용체의 결함에 의해 leptin의 신호전달과정에 결함이 생긴 결과, 비만, 고혈당, 인슐린 저항성, 고인슐린혈증 등 제2형 당뇨병과 유사한 임상학적 특징을 나타냄으로써 제2형 당뇨 동물 모델로 널리 이용되고 있다(227). 따라서 본 연구에서는 이러한 *db/db* 마우스를 이용하여 3T3-L1 지방전구세포와 돼지 지방전구세포의 증식과 분화를 더 억제시킨 것으로 보인 열풍건조 모시잎에 대한 항비만 및 항당뇨효과를 살펴보았다.

열풍건조 모시잎 에탄올 추출물 저농도(200 mg/kg of b.w./day)와 고농도(400 mg/kg of b.w./day)를 6주간 경구투여 후 *db/db* 마우스의 체중증가량, 식이섭취량 및 수분섭취량을 비교한 결과는 Table 24와 같다. 체중, 식이섭취량 및 수분섭취량 모두 대조군에서 가장 높게 나타났으며, 모시잎 에탄올 추출물 투여군들은(HRL, HRH)은 대조군에 비하여 체중, 식이섭취량 및 수분섭취량 모두 농도 의존적으로 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 *db/db* 마우스에 비파잎 메탄올 추출물을 투여한 결과 체중, 식이섭취량, 수분섭취량은 대조군에 비하여 비파잎 추출물 투여군이 저하되었으나 유의적 차이는 없었다고 보고한 Kim 등(228)의 연구결과와 유사하였으나, 체중증가량의 경우 44일째 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 6주간(42일)의 실험기간으로 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 인한 체중 감소의 유의차는 없었으나 감소하는 경향을 보여 모시잎의 투여 기간이 길어질수록 체중 감소에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다. Kyoung(229)은 *db/db* 마우스에 7주간 비파잎과 연잎 혼합추출물을 투여하여 식이섭취량은 3주 이후 대조군에 비해 혼합추출물 투여군이 줄어드는 경향이었으나 유의차는 없었고, 체중은 4주부터 대조군에 비하여 혼합추출물 투여군의 체중이 줄어들어 5주와 7주에는 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였다고 하였다. 또한 7주에 대조군에 비하여 혼합군의 체중이 약 9%의 체중 감소율을 보였다고 하였는데, 본 연구에서 체중증가량은 열풍건조 에탄올 추출물 고농도군(HRH)이 대조군에 비하

여 8.35%의 체중 감소율을 보였다. Kim 등(230)은 *db/db* 마우스에 6주간 솔잎 추출용액을 투여하여 본 연구결과와 같이 체중증가량은 솔잎 추출용액 투여에 따른 군들 간의 차이를 보이지 않았으나, 식이섭취량은 저용량군(112.5 mg/kg)과 고용량군(450 mg/kg) 모두 대조군에 비하여 유의적으로 낮은 섭취량을 보여 본 연구결과와 상이하였다.

당뇨병은 혈중 포도당은 많으나 세포가 당을 이용하지 못하므로 다식(多食) 현상이 나타나고, 과잉의 혈당을 배설하기 위하여 다뇨(多尿) 현상을 보이며, 이로 인하여 갈증이 유발되며(多渴) 생체내의 수분 부족 현상을 가져와 심하면 탈수현상이 나타날 수 있다(231). 본 연구에서는 모시잎 에탄올 추출물 투여로 인하여 유의적인 차이는 없었으나 체중, 식이섭취량 및 수분섭취량 모두 감소하는 경향을 보여 모시잎 에탄올 추출물로 인하여 당뇨로 인한 체중 증가 및 다음, 다식의 당뇨 증상이 다소 개선되고 있는 것으로 판단된다.

Table 24. Changes in body weight gain, food intake and water consumption of *db/db* mice **treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks**

Groups[1)]	Body weight (g)			Food intake (g/day)	Water consumption (mL/day)
	initial	final	gain		
Control	31.57±0.21[2)NS3)]	36.12±0.38[NS]	4.55±0.18[NS]	6.66±0.54[NS]	9.01±0.47[NS]
HRL	31.57±0.23	35.97±0.41	4.46±0.25	6.40±0.43	8.85±0.24
HRH	31.39±0.34	35.56±0.16	4.17±0.28	6.15±0.25	8.70±0.19

[1)]See the legend of Table 8.

[2)]Values are mean±S.E. of 8 rats per each group.

[3)]NS: not significantly different among groups.

2. 간 및 지방조직 무게

열풍건조 모시잎 에탄올 추출물을 6주간 경구투여 후 *db/db* 마우스의 간 및 지방조직 무게를 측정한 결과는 Table 25, Fig. 11, Fig. 12와 같다. 당뇨 시 인슐린의 결핍으로 인하여 체지방 분해가 증가되고 그로 인하여 증가되어진 유리지방산이 간으로 가서 중성지방 합성에 이용되어 간의 지방 축적이 증가되어 간의 무게가 증가된다고 알려져 있다(232). 이에 따라 Kim 등(233)은 6주간 사육한 *db/db* 마우스 당뇨대조군의 간 조직의 표면은 지방 침착으로 윤기와 탄력성이 현저하게 저하되고 심한 지방 침착, 괴사 및 문맥에 염증세포의 침윤현상이 관찰되었다고 하였으며, Lee 등(234)은 6주간 사육한 *db/db* 마우스 당뇨대조군의 간조직의 무게는 정상군에 비하여 3.36배 증가하였다고 하였다.

본 연구에서 체중 100 g당 간조직의 무게는 대조군이 5.98 g으로 가장 높았고, 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH)은 대조군에 비하여 감소되는 경향이었으나 유의차는 없었다(Fig. 11). 이러한 결과는 고지방-고콜레스테롤 식이와 모시잎 분말의 첨가 수준(5%, 10%)을 달리하여 4주간 급여한 흰쥐의 간조직 무게는 유의차는 없었으나 감소하였다고 보고한 Lee 등(63)의 연구결과와 유사하였다. 또한 *db/db* 마우스를 이용한 다른 연구들에서도 실험물질(비파잎과 연잎 혼합추출물, 흑삼 추출물, 청국장 분말)에 의한 간조직의 무게에 유의차를 보이지 않았다고 하였다(229,233,235). 반면, Lee 등(234)의 연구에서 밀순 추출물을 *db/db* 마우스에 5주간 투여하여 저농도 투여군(25 mg/kg)과 고농도 투여군(100 mg/kg)의 간조직 무게는 당뇨대조군에 비하여 각각 29.97%와 32.4% 감소하였다고 하였다.

본 연구에서 사용된 *db/db* 마우스는 leptin에 대한 저항성이 발생하여 식욕이 조절되지 않아 결과적으로 비만을 초래한다고 알려져 있어(236) 모시잎 에탄올 추출물 투여가 *db/db* 마우스의 지방조직 무게에 영향을 미치는지 알아보고자 측정하였다. 피하지방, 등지방 및 부고환지방 무게는 대조군에 비하여 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH)이 감소하는 것으로 나타났으나 통계적 유의성은 없었다. 성인병 발병의 원인이 되는 장간막지방 무게는 모시잎 에탄올 추출물 투여로 농도의존적으로 저하되어 모시잎 에탄올 추출물 저농도군(HRL)에서는 유의차를 보이지 않았으나, 모시잎 에탄올 추출물 고농도군(HRH)에서는 대조군에 비하여 유의하게 저하되었다(Table 25). 피하지방, 장간막지방, 등지방 및 부고환지방을 더한 값을

총지방량으로 나타내었는데, 대조군의 총지방량은 5.13 g으로 가장 높게 나타났으며, 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH) 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었으나 투여 농도에 따른 유의적 차이는 없었다. Kyoung(229)의 연구에서도 *db/db* 마우스에 7주간 비파잎과 연잎 혼합추출물을 투여하여 부고환지방을 제외한 장간막지방, 복부지방 및 피하지방은 대조군에 비하여 혼합추출물 투여군에서 감소하는 경향이었고, 총지방량은 대조군에 비하여 혼합추출물 투여군이 유의적으로 감소하였다고 하였다고 하여 본 연구결과와 일치하였다. 본 연구에서 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 비만한 제2형 당뇨실험 모델에서 총지방 함량이 유의적으로 감소되었는데, 모시잎의 항비만 연구로 Lee 등(63)은 고지방-고콜레스테롤 식이로 비만을 유도한 흰쥐에 모시잎 분말을 4주간 급여 후 장간막지방 및 부고환지방 무게를 측정한 결과, 5% 첨가군에서는 유의적 차이가 없었으나 10% 첨가군에서 대조군에 비하여 장간막지방 및 부고환지방 무게가 유의적으로 감소되었다고 보고된 바 있다.

이상의 결과 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 간의 무게 변화에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나, 장간막 지방조직의 무게와 총 지방량이 감소되어 모시잎은 지방조직의 축적을 억제시킴으로써 당뇨병 개선 및 비만 억제에도 효과가 있을 것으로 사료된다.

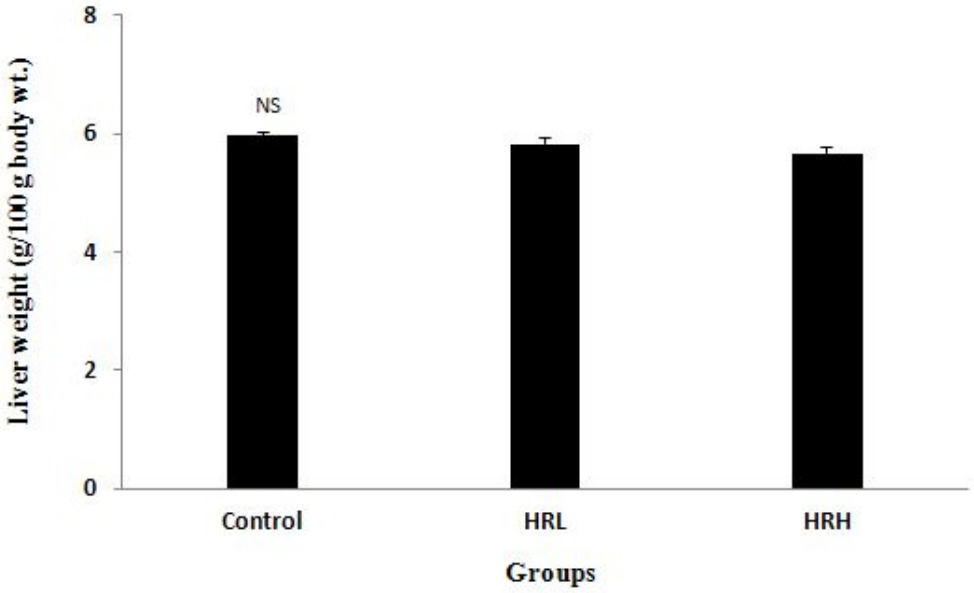

Fig. 11. **Effect of ramie leaf extracts on the liver weight in *db/db* mice** treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks

Abbreviations : See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group. NS: no significantly different among groups.

Table 25. Weights of subcutaneous, mesenteric, epididymal, and retroperitoneal adipose tissues in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks

Groups[1)]	**Subcutaneous wt. (g)**	**Mesenteric wt. (g)**	**Retroperitoneal wt. (g)**	**Epididymal wt. (g)**
Control	1.62±0.12[2)NS3)]	1.15±0.05[a4)]	0.61±0.08[NS]	1.75±0.13[NS]
HRL	1.55±0.11	0.94±0.03[ab]	0.49±0.06	1.48±0.15
HRH	1.52±0.13	0.85±0.04[b]	0.47±0.12	1.41±0.13

[1)]See the legend of Table 8.

[2)]The results are mean±S.E. for 8 mice in each group.

[3)]NS: not significantly different among groups.

[4)]Values with different superscripts in the same column are significantly different($p<0.05$) between groups by Tukey's test.

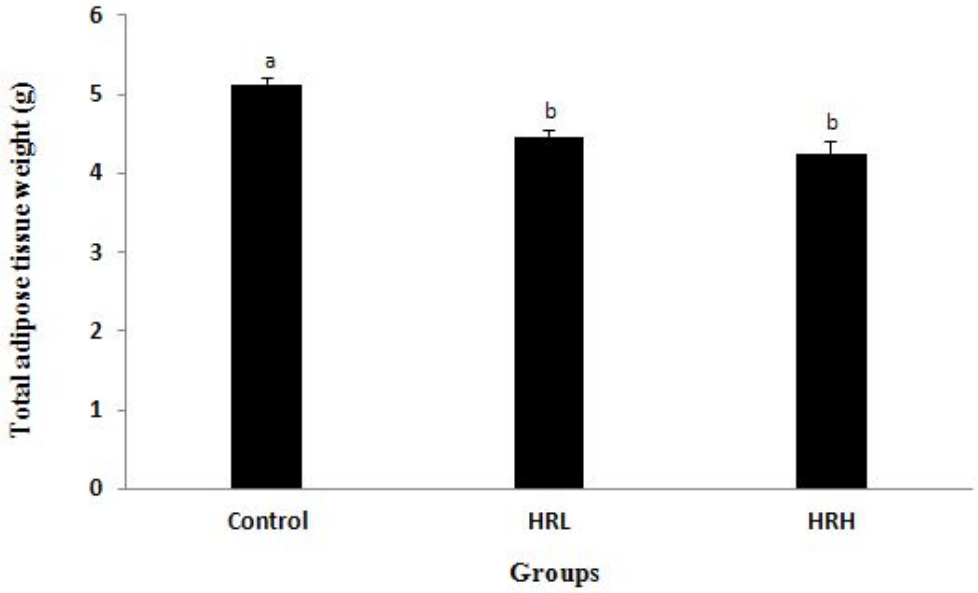

Fig. 12. Effect of ramie leaf extracts on the total adipose tissue weight in *db/db* mice

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

3. 전혈의 혈당 변화

열풍건조 모시잎 에탄올 추출물의 투여에 따른 혈당 변화는 Table 26과 Fig. 13과 같다. 실험기간 6주 동안 전혈의 혈당 변화를 살펴보면 2주째까지는 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 대조군에 비하여 다소 감소하는 경향을 보였으나, 모든 군들 간의 유의적 차이를 보이지 않았고, 4주째부터 대조군 비하여 모시잎 에탄올 추출물 투여로 농도 의존적으로 감소되어 모시잎 에탄올 추출물 고농도군(HRH)에서는 대조군에 비하여 유의하게 저하되었다. 6주째에는 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH) 모두 대조군에 비하여 유의적으로 낮은 혈당 수준을 나타내어 HRL군은 15.32%, HRH군은 18.84%의 혈당 감소효과를 나타내었으나 투여 농도에 따른 유의적 차이는 없었다. 대조군과 모시잎 에탄올 투여군들 모두 초기 혈당치에 비하여 최종 혈당치가 상승하였으나 모시잎 에탄올 추출물 투여로 혈당 상승률이 유의적으로 감소하였고, 시험기간이 증가할수록 모시잎 에탄올 추출물의 혈당 감소효과가 증가하는 것으로 나타났다.

Lawes 등(237)의 연구 결과에 의하면 공복 시 혈당이 1 mmol/L 낮아짐에 따라 발작(stroke) 위험율은 21% 감소되었고, 허혈성 심장질환의 위험률은 23% 감소되었다고 하여 당뇨병의 혈당 관리에 대한 중요성을 제시하였다. 또한 고혈당으로 인한 산화 스트레스가 당뇨병 합병증 발생에 중요한 역할을 하여 당뇨병성 망막병증, 신경병증 및 신증 등 당뇨 합병증을 초래하므로 혈당 조절은 당뇨병 치료에서 매우 중요한 요소이다(238). 따라서 *db/db* 마우스에서 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 혈당 강하효과를 나타내어 모시잎은 당뇨의 고혈당 증상을 억제시켜 당뇨 개선뿐만 아니라 당뇨 합병증 예방에도 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구결과와 유사한 결과로 Kim 등(230)은 *db/db* 마우스에 6주간 솔잎 추출용액을 투여하여 2주까지 혈당은 군들 간의 차이를 보이지 않았으나 3주부터 대조군에 비하여 솔잎 추출용액 고용량군에서 혈당이 유의적으로 낮아졌으며 5주와 6주차에는 저용량, 고용량군 모두 대조군에 비하여 혈당이 유의적으로 감소하였으며, 이러한 혈당 감소 원인으로 혈중 leptin 양의 증가와 관련된 인슐린 감수성에 영향을 미쳤을 가능성을 제시하였다. Lee 등(239)은 모시잎에 다량 함유된 chlorogenic acid를 고지방 식이와 streptozotocin으로 유도한 당뇨마우스에 6주간 급여하여 실험개시에 실험군간 혈당은 유사하였으나 0.02%와 0.05%의 chlorogenic

acid의 급여로 실험 6주 동안 대조군에 비하여 두군 모두 유의적으로 혈당이 감소되었다고 하였다. Jung 등(240)은 polyphenol의 일종인 caffeic acid를 *db/db* 마우스에 급여하여 혈당을 유의적으로 낮추었다고 보고하였다. 또한 Jeon과 Choi(241)는 10주간 마우스에 고지방식이와 함께 flavonoid의 일종인 naringin 0.02%를 급여하여 공복 혈당이 유의적으로 감소되었다고 하였다.

식물들의 혈당 강하효과는 β-세포를 더욱 더 자극함으로써 인슐린의 분비를 증가시키거나(242) 췌장세포의 재생에 의해서 식물에 인슐린과 비슷한 물질의 존재에 의한 것이라 알려져 있다(243). 이상의 결과 모시잎 추출물의 혈당 강하효과는 모시잎에 함유된 polyphenolic compounds 및 flavonoid 등의 혈당 조절효과를 갖는 성분들에 의한 것으로 보이며, 그 기전이 인슐린 분비에 의한 것인지 인슐린 저항성 개선에 의한 것인지는 명확하게 판단할 수 없으나 본 연구에서 모시잎이 혈당 상승을 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

Table 26. **Change of fasting blood glucose in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks**

Groups[1)]	0 week	2 week	4 week	6 week
	(mg/dL)			
Control	325.65±12.12[2)NS3)]	412.75±6.54[NS]	454.65±8.09[a4)]	482.21±13.27[a]
HRL	318.23±10.07	404.36±7.53	421.13±10.43[ab]	408.33±9.54[b]
HRH	322.26±11.54	391.86±11.70	387.08±13.11[b]	391.34±10.21[b]

[1)]See the legend of Table 8.

[2)]The results are mean±S.E. for 8 rats in each group.

[3)]NS: not significantly different among groups.

[4)]Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) between groups by Tukey's test.

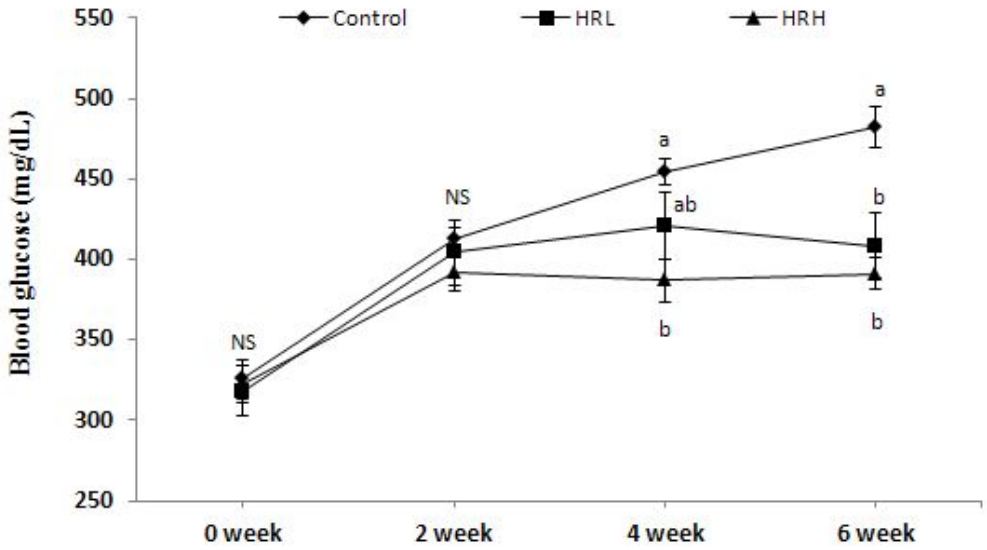

Fig. 13. **Change of fasting blood glucose in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean of 8 rats per each group.

4. 혈중 인슐린 및 당화헤모글로빈 함량

열풍건조 모시잎 에탄올 추출물의 투여에 따른 혈중 인슐린 및 당화헤모글로빈 함량은 Fig. 14~15와 같다. 대부분의 제2형 당뇨병인 인슐린 비의존형 당뇨병 환자는 인슐린 저항성에 의해 고인슐린혈증이 유발되는데, 비만을 포함하여 유전, 과식, 운동부족, 노화, 음주, 정신적인 긴장 등은 인슐린 저항성을 유발하고, 이것은 내당능 장애와 고인슐린혈증을 초래하며, 고인슐린혈증은 지질대사장애, 고혈압 및 관상동맥경화증의 중요한 병인으로 작용한다(244). 혈청 중 인슐린 함량은 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 투여 농도에 따른 유의적인 차이는 없었다(Fig. 14).

당화헤모글로빈은 장기간의 평균 혈당 지표로서, 혈액 속 헤모글로빈이 포도당과 결합한 것으로 혈액 속 포도당이 많을수록 더 많은 헤모글로빈이 당과 결합한 당화헤모글로빈 형태가 된다(229). 또한 정상인 혈색소의 약 3~6%를 차지하며, 당뇨병 환자에서는 정상인보다 2~3배 증가되므로 당뇨병과 내당능 장애 진단에 이용된다(245). 본 연구에서 당화헤모글로빈 함량은 대조군이 9.51%로 가장 높은 수준이었으며, 모시잎 에탄올 추출물 고농도군인 HRH군은 8.65%로 대조군과 유의적인 차이를 보였다(Fig. 15).

Choi와 Koo(243)는 열풍건조 및 동결건조 아가리쿠스 버섯의 식이섬유의 일종인 β-glucan(500 mg/kg)을 *db/db* 마우스에 5주간 투여하여 혈청 인슐린 및 당화헤모글로빈 함량은 두군 모두 대조군에 비하여 유의하게 감소되었다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다. 혈중 인슐린 함량이 감소된 것은 혈당의 감소로 인한 인슐린 분비 자극의 감소와 약물로 인한 포도당 흡수장애로 장관내의 인슐린 분비 촉진 호르몬인 gastric inhibitory polypeptide와 gastrin의 분비가 억제되기 때문이라 추측하였다. Park 등(246)은 잎새버섯 조다당체 추출물을 제2형 당뇨모델(KK-A^y)에 8주간 급여하여 혈중 인슐린과 당화헤모글로빈 함량 모두 대조군에 비하여 유의하게 감소되었는데 이는 잎새버섯 조다당체 추출물이 인슐린 민감성을 향상시킴으로써 낮은 인슐린 함량에도 불구하고 혈당 강하효과가 나타난 것이라 하였다. Leptin은 지방조직에서 생성되는 호르몬으로 섭식, 대사 신경계 및 에너지 균형을 조절함으로써 식욕과 체중조절에 영향을 미치며(247), leptin은 인슐린 감수성을 조절하여 leptin 함량이 낮으면 인슐린에 대한 저항성이 증가되어 인슐린 비

의존형 당뇨의 발생이 증가될 수 있다(248). 이와 관련하여 Kim 등(230)의 연구에서 *db/db* 마우스에 6주간 솔잎 추출용액을 투여하여 혈당 감소효과는 나타났지만 혈청 인슐린의 함량에는 영향을 미치지 않았으며, 인슐린 감수성과 관련이 있는 혈청 leptin 농도는 유의차는 없었으나 솔잎 추출용액 투여로 혈청 leptin 함량이 증가되어 솔잎 추출용액이 인슐린 감수성에 영향을 미쳐 혈당 감소효과를 나타낸 것이라 보고되었다. Lee 등(239)에 의하면 0.02%와 0.05%의 chlorogenic acid를 고지방 식이와 streptozotocin으로 유도한 당뇨마우스에 6주간 급여하여 혈장의 leptin 함량이 대조군에 비하여 각각 22.4%와 21.4% 유의적으로 높았고, Jung 등(229)은 caffeic acid를 *db/db* 마우스에 급여하여 혈 중 leptin 함량이 대조군에 비하여 높아졌다고 보고하였다.

한편, 식물성 페놀화합물은 소장에서 당분해 효소인 α-amylase, sucrase 및 α-glucosidase의 활성을 저해시킴으로써 혈당과 인슐린 농도가 저하되는 것으로 보고되었으며(249), 감자 polyphenol의 첨가에 의해 콜레스테롤식이에 의해 증가된 혈당이 감소된 바 있다(250). 또한 구아검과 pectin 등의 점액성 섬유를 급여하였을 때 식후 혈당 및 인슐린 농도를 현저하게 감소시키는 효과가 있음을 보고되었고(251), 당뇨병의 치료 효과 실험에 식이섬유소를 사용하였을 때 식이섬유소는 인슐린 필요량과 뇨당 분비량을 감소시켜 당뇨병 치료에 효과가 있는 것으로 보고되었다(252,253). 따라서, 본 연구에서 모시잎 추출물의 투여에 따른 혈당 저하효과는 페놀화합물과 수용성 식이섬유소 성분에 의해 혈당 저하효과가 나타난 것이라 사료된다.

이상의 결과 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 모든 실험군에서 인슐린 함량이 유의적으로 감소되어 고인슐린혈증이 개선된 것이라 판단되며, 당화헤모글로빈 함량은 고농도군에서 유의적으로 감소되어 모시잎의 장기간의 섭취는 혈당 강하에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 결과로 볼 때 인슐린의 함량은 감소되었으나 혈당 및 당화 헤모글로빈 함량이 감소된 것으로 보아, 모시잎 추출물이 인슐린의 감수성을 개선하여 혈당 감소효과가 나타난 것으로 사료되며 정확한 기전과 생리활성물질에 대해서는 향후 많은 연구가 필요하다고 본다.

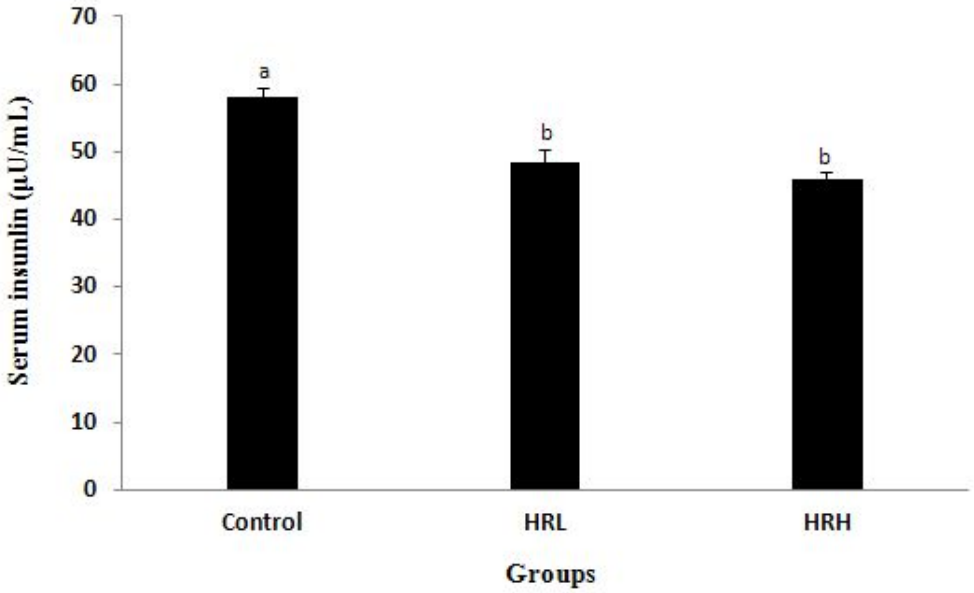

Fig. 14. Serum insulin level in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

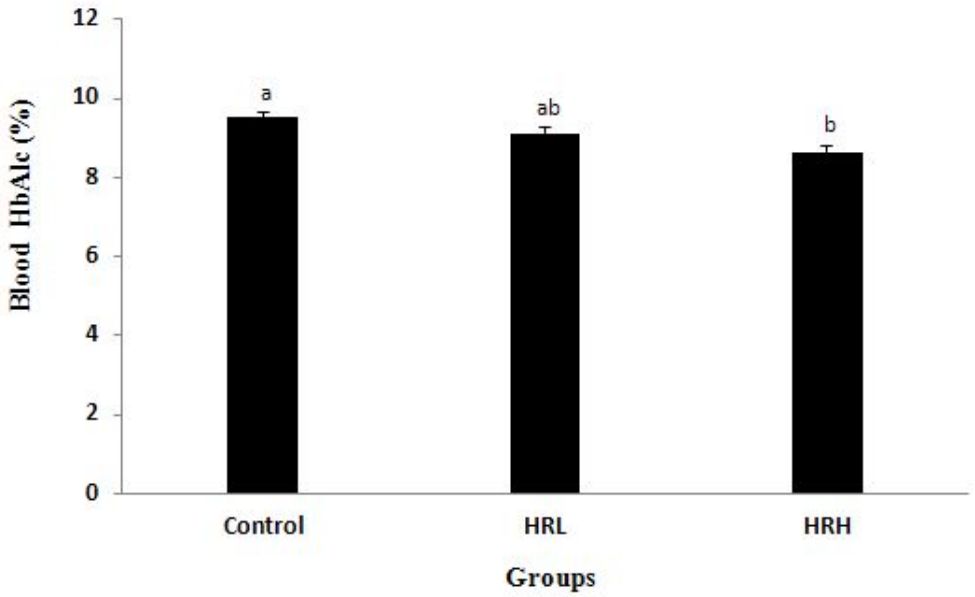

Fig. 15. Blood Hb Alc level in *db/db* mice treated orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

5. 당부하 검사 및 혈당반응면적

실험 6주째 부검 하루 전에 모시잎 에탄올 추출물이 내당능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 경구 당부하 검사를 실시하고 혈당반응면적을 계산하였으며 그 결과는 Table 27과 Fig. 16과 같다. 당부하 검사는 식후 혈당 변화를 측정하는 것으로 포도당 섭취 후 혈액 내 포도당 농도를 정해진 시간에 측정함으로써 간접적으로 인슐린 분비기능을 알아보는 방법이다(235). 당부하 검사 결과 포도당 투여 후 30분에 대조군과 모든 실험군에서 최대 혈당 수준을 보였으며, 60분부터 점차적으로 감소되는 경향을 보였다. 모시잎 에탄올 추출물 투여로 30, 60, 90, 120 분 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 투여 농도에 따른 차이는 없었다. 특히 고농도 투여 시 초기 혈당치와 비슷한 수준으로 회복되는 것으로 나타나 모시잎 추출물 투여가 내당능 개선에 효과가 있다고 판단된다. 내당능 검사에 따른 혈당반응면적(area under the curve, AUC)은 대조군에 비하여 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH) 모두 유의적으로 감소되었다. Lee 등(239)의 연구에서 0.02%와 0.05%의 chlorogenic acid를 고지방 식이와 streptozotocin으로 유도한 당뇨마우스에 6주간 급여하여 내당능 검사에서 혈당반응면적은 급여수준에 관계없이 대조군에 비하여 15.1%와 16.0% 유의적으로 낮추었다고 하였는데, 본 연구에서 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH)은 각각 대조군에 비하여 11.33%와 15.05%로 유의적으로 감소되었다.

공복 혈당 및 당화헤모글로빈 함량뿐만 아니라 식후 혈당도 혈당 정도를 반영해주는 지표로 이용되고 있으며, 제2형 당뇨병에서 고혈당은 심혈관 질환 및 동맥경화와 같은 대혈관 합병증의 위험과 깊이 연관되어 있다(254). 특히 식후 고혈당증은 공복 시 고혈당증보다 대혈관 합병증의 위험에 대한 더 중요한 지표로 작용하며(255) 제2형 당뇨병 환자에서 사망률을 증가시키는 원인으로 알려져 있어(256), 식후 고혈당 의심 환자에게 경구 당부하 검사를 통하여 철저한 관리를 하도록 권하고 있다(257).

Table 27. Oral glucose tolerance test of *db/db* mice treated 2orally ramie leaf ethanol extracts for 6 weeks

Time (min)	Control	HRL	HRH
	(mg/dL)		
0	489.32±12.23[1)a2)]	416.02±8.98[b]	404.12±11.34[b]
30	632.21±15.58[a]	581.87±10.29[b]	561.76±14.24[b]
60	578.24±10.20[a]	515.35±13.76[b]	495.23±10.62[b]
90	546.21±11.05[a]	480.14±9.45[b]	457.22±12.32[b]
120	529.45±12.43[a]	447.86±11.98[b]	417.64±9.27[b]
AUC_{OGTT}[3)]	2266.05±67.87[a]	2009.30±87.05[b]	1925.04±76.25[b]

[1)]The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.
[2)]Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) between groups by Tukey's test.
[3)]AUC_{OGTT}: the area under the curve of glucose.

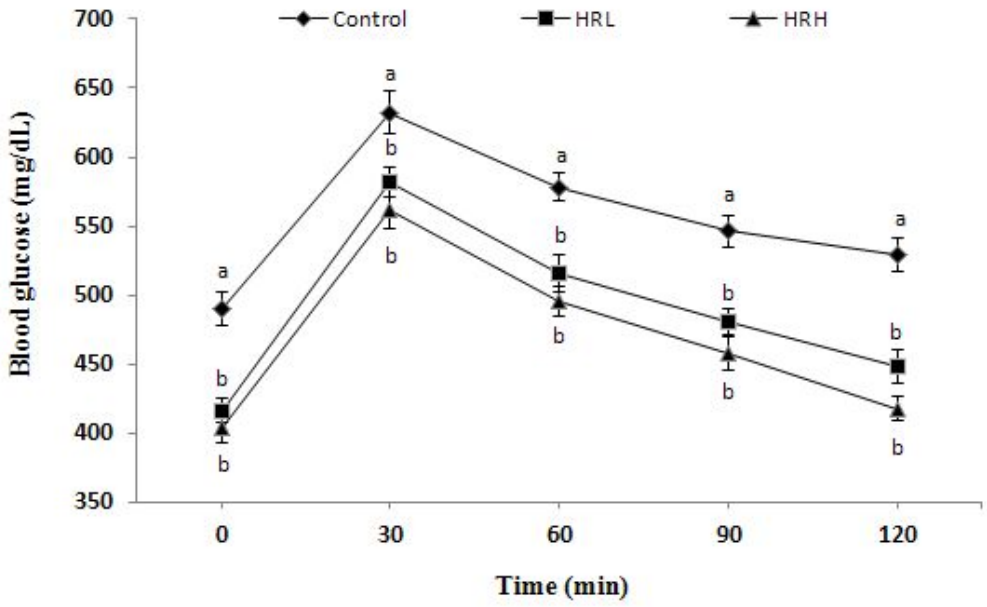

Fig. 16. Blood glucose curves of oral glucose tolerance test in *db/db* mice fed experimental diets for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean of 8 rats per each group.

6. 혈청 중 ALT 및 AST 활성

db/db 마우스에게 모시잎 에탄올 추출물의 투여가 혈청의 간기능 지표 효소인 ALT 및 AST 활성에 미치는 영향은 Table 28과 Fig. 17, Fig. 18과 같다. ALT 및 AST 활성 모두 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH)은 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 투여농도에 따른 유의적 차이는 없었다. Lee 등(63)은 고지방-고콜레스테롤 식이로 비만을 유도한 흰쥐에게 5%와 10%의 모시잎 분말을 급여한 결과 고지방-고콜레스테롤 식이로 증가된 ALT 및 AST 활성은 모시잎 분말의 급여로 감소하였으며, 특히 ALT 활성은 5%와 10% 급여군 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었다고 하여 본 연구결과와 유사함을 보였다. Kim(258)은 streptozotocin으로 유발된 당뇨쥐에 5주간 삼백초 잎 추출물을 투여하여 정상군에 비하여 대조군이 유의하게 ALT 및 AST 농도가 증가되었으며, 삼백초 잎 추출물 투여로 ALT 및 AST 농도 모두 유의하게 감소되었다고 보고하였다.

ALT 및 AST는 간세포에 다량으로 존재하는 효소로써 약물이나 스트레스 등으로 간조직이 손상을 받게 되면 혈중으로 이들 효소의 방출이 항진되어 활성이 증가하게 되므로 간 손상의 지표로 활용되고 있다. 비만이 되면 간조직에 지방이 축적되고 지방과산화물의 생성으로 활성산소종이 생성되면 간조직이 손상되면서 이들 효소의 활성이 증가하며, 간염이나 고혈당 상태에서도 이들 효소의 활성이 증가한다고 알려져 있다(259).

본 연구결과 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 *db/db* 마우스의 혈청 중 ALT 및 AST 농도를 유의하게 감소시켰으며, 이러한 결과로 볼 때 모시잎 추출물은 당뇨로 인한 간장 내 합병증을 방지하여 간 기능을 보호하거나 손상된 간 기능을 개선하는 효과가 있을 것으로 사료된다.

Table 28. Activity of ALT and AST in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Groups[1)]	ALT	AST
	(U/L)	
Control	35.45±1.32[2)a3)]	85.12±1.94[a]
HRL	29.14±1.70[b]	72.64±2.23[b]
HRH	27.41±1.23[b]	70.65±1.35[b]

[1)]See the legend of Table 8.

[2)]The results are mean±S.E. for 8 rats in each group.

[3)]Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) between groups by Tukey's test.

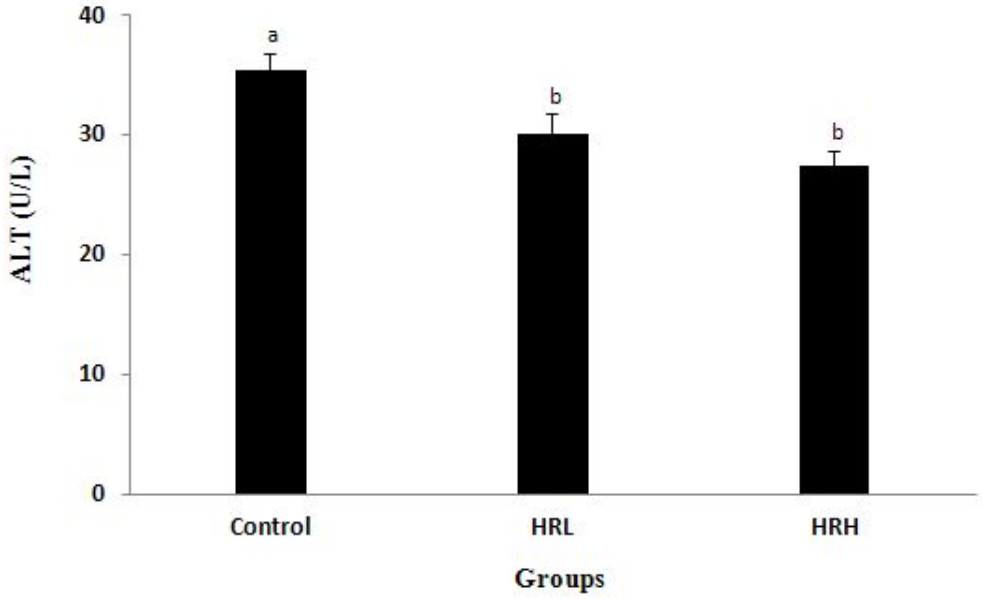

Fig. 17. Activity of ALT in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

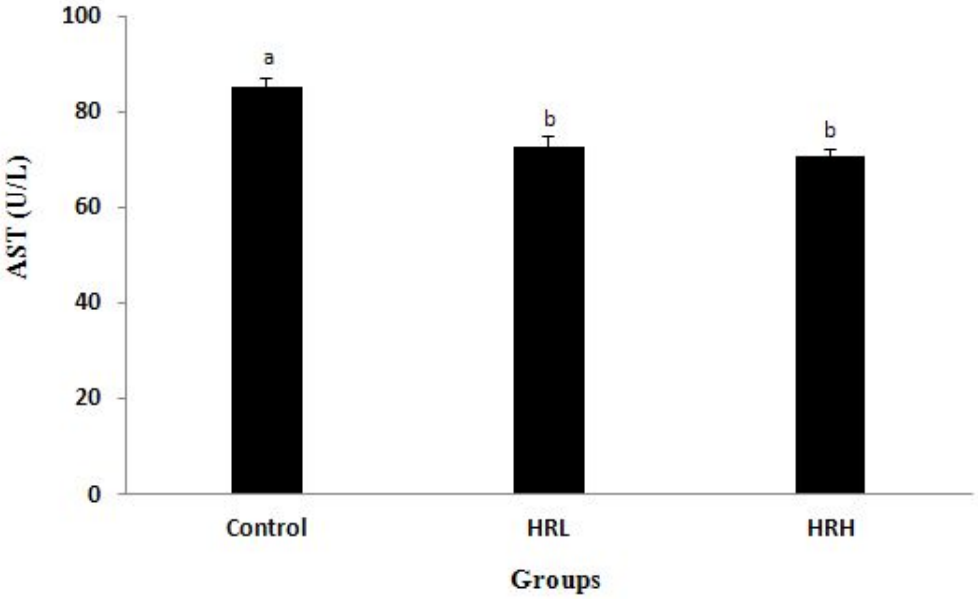

Fig. 18. Activity of AST in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

7. 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량

db/db 마우스에게 모시잎 에탄올 추출물 투여가 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량에 미치는 영향은 Table 29와 Fig. 19~22와 같다. 당뇨쥐는 당뇨 유발에 의한 당대사의 이상이 지질대사에 장애를 일으켜 인슐린 부족으로 인하여 VLDL 생성은 증가하고, 말초조직에서 lipoprotein lipase(LPL) 활성 저하로 VLDL과 chylomicron 대사가 저하되어 혈중 중성지방 함량이 증가된다고 알려져 있다(260). 또한 당뇨가 조절되지 않은 상태에서는 간장의 HMG-CoA reductase의 활성은 감소되고 장의 HMG-CoA reductase의 활성은 증가되어 순환혈액으로 콜레스테롤 이동이 증가하게 되어 결과적으로 혈중 콜레스테롤 함량이 증가되는 것으로 보고되었다(261). 본 연구에서 혈청 중 중성지방 함량은 대조군에 비하여 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH)은 감소되는 경향을 보였으나, 유의적인 차이는 없었다. 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 농도 의존적으로 감소되어 모시잎 에탄올 추출물 저농도군(HRL)에서는 유의적 차이를 보이지 않았으나, 모시잎 에탄올 추출물 고농도군(HRH)에서는 유의적으로 감소되었다.

LDL-콜레스테롤 함량은 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH) 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 투여 농도에 따른 유의적 차이를 보여 저농도군(HRL)과 고농도군(HRH) 간의 유의적 차이를 보였다. 일반적으로 당뇨쥐는 LPL 활성이 저하되어 중성지방이 풍부한 지단백 분해를 감소시켜 HDL-콜레스테롤 생성을 억제한다고 알려져 있는데(262), 본 연구에서 HDL-콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 농도 의존적으로 증가되어 모시잎 에탄올 추출물 고농도군(HRH)에서 유의적인 차이를 보였다. Lee 등(63)은 고지방-고콜레스테롤 식이와 모시잎 분말의 첨가 수준을 달리하여 흰쥐에 급여하여 혈청 중성지방 및 총콜레스테롤 함량은 농도 의존적으로 감소되어 10% 첨가군에서 유의적으로 감소되었고, LDL-콜레스테롤 함량은 5%와 10% 첨가군 모두 유의하게 감소되었으며 HDL-콜레스테롤 함량은 두군 모두 유의하게 증가되었다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

한편, 당뇨병으로 인해 인슐린 저항성이 생기면 지방세포 내 중성지방의 분해가

증가되면서 혈액 내 유리지방산이 과다 방출되고 간에서 중성지방 및 콜레스테롤 생성이 증가되어 혈중 중성지방 및 콜레스테롤 농도가 증가하고 HDL-콜레스테롤이 감소하는 등 지질대사 이상이 일어나 심혈관계 합병증 발생의 위험요인을 가지게 된다(263). 또한 제2형 당뇨병 환자는 관상동맥질환 발생위험이 정상인에 비하여 2~4배 높으며(264), 제2형 당뇨병 환자의 사망률 중 80%는 관상동맥질환이 원인인 것으로 보고되어(265) 당뇨병으로 인한 지질대사 이상은 당뇨병 치료의 중요한 표지인자이다.

지질대사 개선효과와 관련된 생리활성물질로 Roberfoid(266)는 식이섬유소가 혈중 중성지방 및 혈청 콜레스테롤의 농도를 낮춘다고 하였으며, Jeon과 Choi(241)의 연구에서 고지방식이를 섭취한 마우스에서 항고지혈, 항당뇨, 항동맥경화 등의 기능성이 잘 알려진 flavonid의 일종인 naringin을 급여하여 혈장 중성지방 함량에는 영향을 미치지 않았으나, 총콜레스테롤 함량은 유의적으로 감소되었고, HDL-콜레스테롤 함량은 유의적으로 증가되었다고 하였다. 또한 당뇨마우스에서 chlorogenic acid는 간조직 및 적혈구 중의 지질과산물을 유의적으로 감소하였다고 하였다(239). 이외에도 고도불포화지방산, chlorophyll a, 사포닌, 식물성 sterol 등이 혈액의 지질조성을 개선시킨다고 보고되었으며(267), 본 연구에서 모시잎 에탄올 추출물의 지질 개선효과는 이러한 생리활성물질들에 의해 기인된 것으로 사료된다.

이상의 결과 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 *db/db* 마우스의 혈청 중 중성지방 함량은 감소되는 경향을 보였고, 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량은 유의적으로 감소되었으며, HDL-콜레스테롤 함량은 유의적으로 증가되었다. 비만인에게 보여지는 비정상적인 혈청지질과 지단백질은 경미한 체중 감소 시에도 정상화되어 심혈관 질환의 유병률을 낮추어 줄 수 있는데(244), 본 연구에서도 모시잎 에탄올 추출물의 투여에 의한 체중 감소는 경미하였으나 혈중 지질 개선효과를 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때 모시잎 추출물은 당뇨병의 이상지질혈증을 개선하고 더 나아가 심혈관질환의 주요 위험인자인 이상지질혈증을 개선함으로써 심혈관 질환을 예방하고 개선할 수 있을 것이라 사료된다.

Table 29. Contents of triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, and LDL-cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Groups[1)]	Triglyceride	Total cholestrol	LDL-C	HDL-C
	(mg/dL)			
Control	64.87±6.32[2)NS3)]	138.76±5.94[a4)]	73.98±1.22[a]	24.36±0.52[b]
HRL	154.76±6.70	127.64±7.65[ab]	64.90±2.07[b]	26.98±0.47[ab]
HRH	143.45±7.23	108.32±5.87[b]	60.14±1.59[c]	31.26±0.72[a]

[1)]See the legend of Table 8.

[2)]The results are mean ± S.E. for 8 rats in each group.

[3)]NS: not significantly different among groups.

[4)]Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) between groups by Tukey's test.

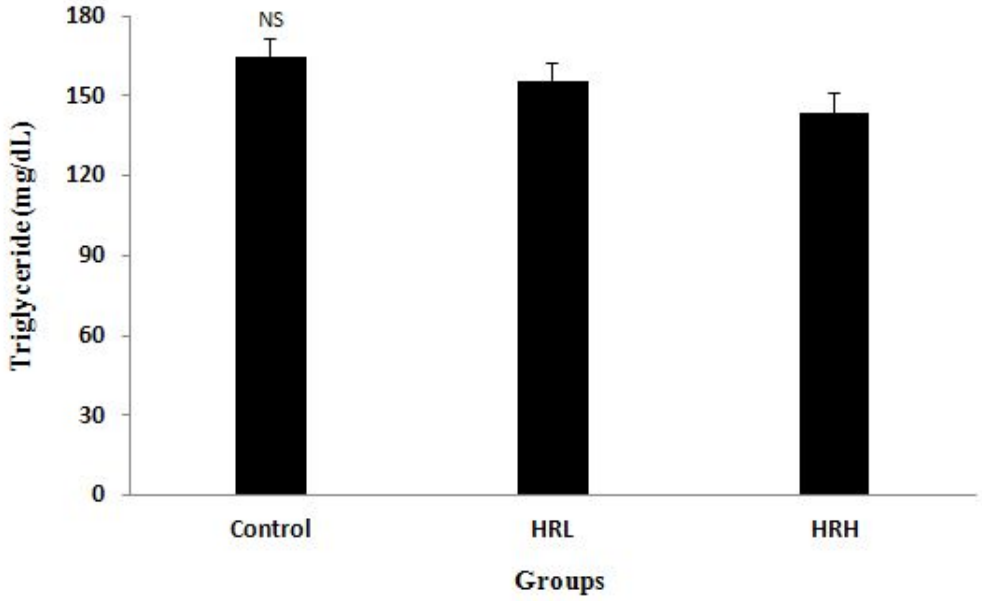

Fig. 19. Contents of triglyceride in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group. NS: not significantly different among groups.

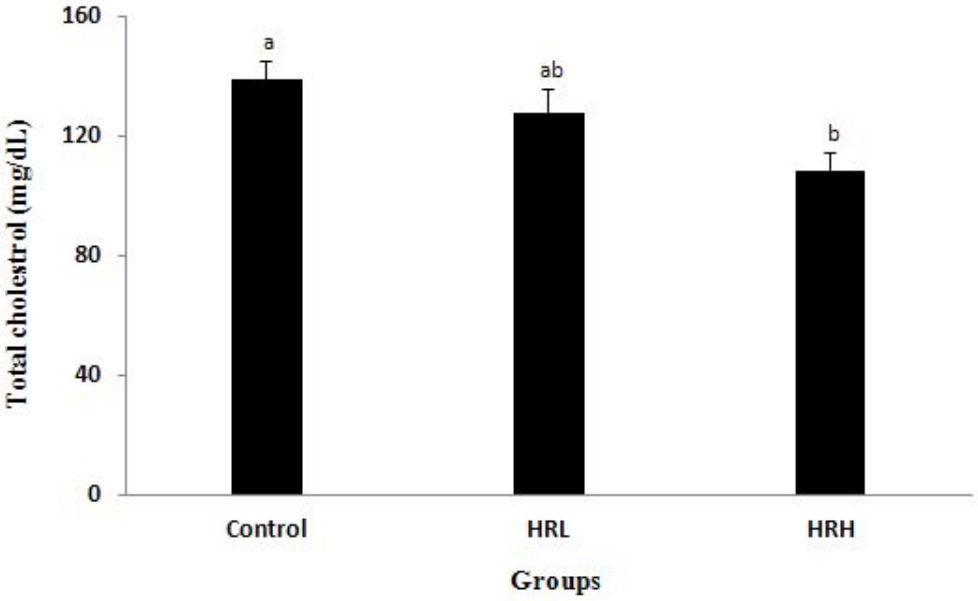

Fig. 20. Contents of total cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

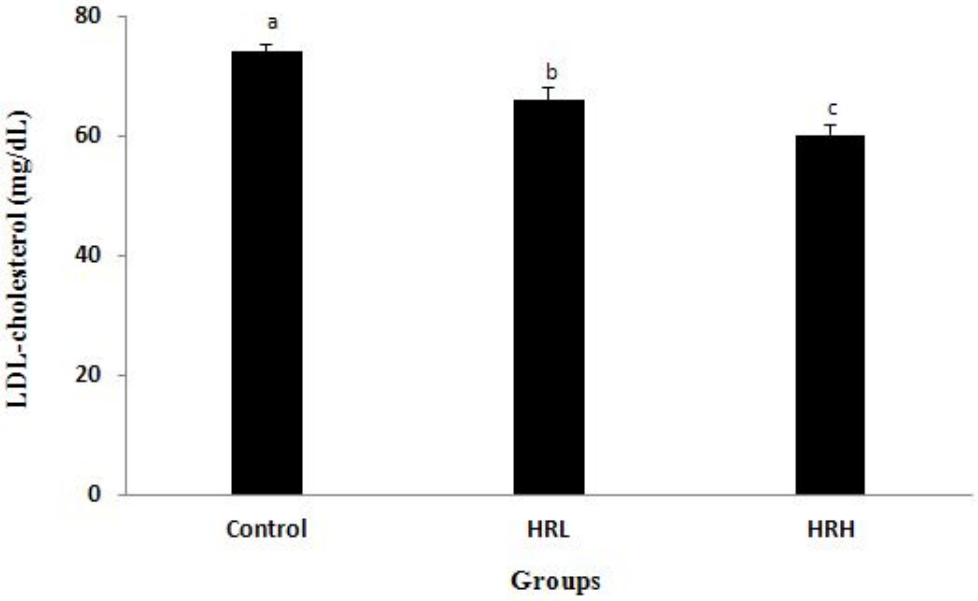

Fig. 21. Contents of LDL-cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

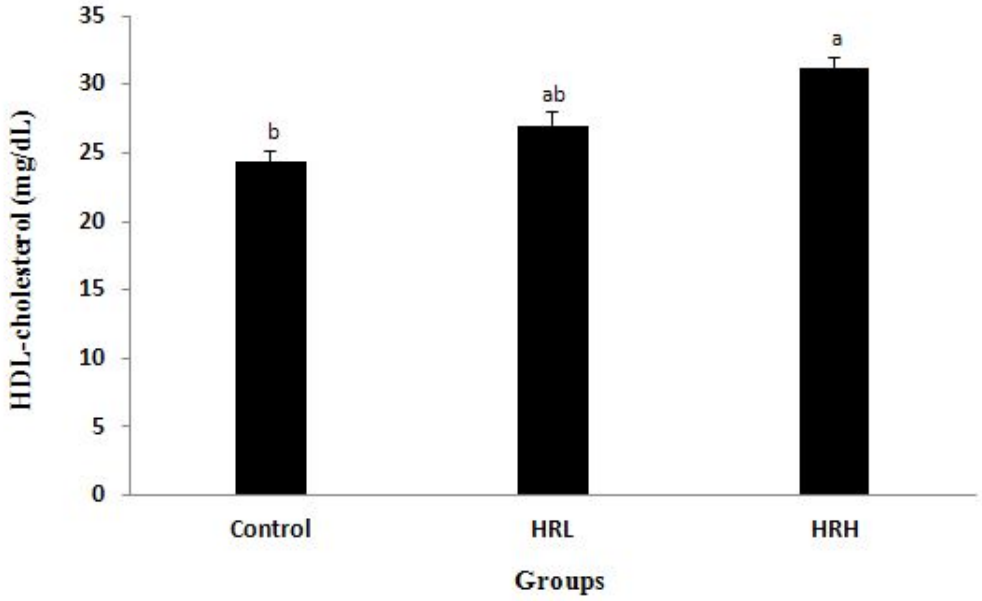

Fig. 22. Contents of HDL-cholesterol in serum of *db/db* mice treated orally ramie leaf extracts for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean±S.E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

제4장 요약 및 결론

본 연구는 모시잎 분말의 영양성분 및 기능성 성분의 손실을 최소화하여 건강기능성을 향상시킬 수 있고 경제적으로도 효율적인 건조방법을 구명하기 위해, 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 건조방법에 따른 이화학적 성분을 비교 분석하였다. 또한 *in vitro*에서 항산화 효과 및 암세포 증식 억제효과, 3T3-L1 지방전구세포와 돼지 지방전구세포의 증식과 분화 억제효과를 통한 항비만효과, *in vivo*에서 비만 및 제2형 당뇨 유발 *db/db* 마우스에서 항비만 및 항당뇨효과를 살펴봄으로써 서로 다른 건조방법이 모시잎의 영양성분 및 생리활성에 미치는 영향을 비교 검토하였다.

건조방법에 따른 모시잎의 영양성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 건물량 기준으로 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 일반성분 함량을 비교해 보면, 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물의 함량은 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으나 식이섬유소 함량은 열풍건조 모시잎에서 유의적으로 높게 나타났다. 모시잎의 주요 구성아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, leucine이며, 총 구성아미노산 함량, 필수아미노산 함량 및 총 구성아미노산에 대한 필수아미노산의 비율 모두 동결건조 모시잎에서 높게 나타났다. 모시잎의 주요지방산은 linoleic acid, palmitic acid, arachidic acid, linolenic acid 인 것으로 나타났고, 건조방법에 따른 유의차는 없었으나 열풍건조로 인하여 불포화지방산의 함량이 다소 감소됨으로써 상대적으로 포화지방산의 함량이 높게 나타났다. 비타민 A, E 및 C의 함량은 동결건조 모시잎에서 높게 나타났으며, 비타민 A 및 C의 함량은 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보였다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 Ca, K, Mg, Mn, Fe, Na, Zn 순으로 검출되었고 총 무기질 함량은 열풍건조 모시잎에서 유의적으로 높게 나타났다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 모두 유기산은 oxalic acid, succinic acid 및 citric acid 순으로 검출되었고, 구성당은 glucose, fructose, galactose, rhamnose 순으로 검출되었으며, 총 유기산 및 총 구성당 함량 모두 열풍건조 시에 유의적으로 높게 나타났다. 따라서 열에 의해 산화 및 파괴되기 쉬운 지방산, 아미노산 및 비타민의 분석은 동결건조 방법을 사용하고, 열에 의한 영향을 받지 않으며 열풍건조 시 더 높은 함량을 보인 일반성분, 무기질, 유기산 및 구성당의 분석은 열풍건조 방법을 사용하는 것이 적절하다고 생각된다.

건조방법에 따른 모시잎의 항산화 및 암세포 증식 억제효과를 알아보기 위해 80% 에탄올로 추출한 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 추출수율, 총 polyphenol 및 chlorogenic acid 함량은 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 반면, 총 flavonoid 함량은 열풍건조 모시잎이 동결건조 모시잎에 비하여 유의하게 높게 나타났다. 1,000 ppm에서 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 DPPH radical 소거능은 각각 77.74%와 77.29%의 비슷한 radical 소거능을 보였으며, Rancimat으로 측정한 열풍건조 및 동결건조 모시잎의 항산화지수는 각각 1.38과 1.32로 BHT, BHA 및 비타민 C에 비해서는 낮았으나 시료를 미첨가한 음성대조군보다는 높은 항산화력을 보였다. 간암(Hep G2), 위암(AGS) 및 폐암(A549)세포에 대한 모시잎 에탄올 추출물의 암세포 증식 억제효과를 알아본 결과, 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물의 농도가 증가할수록 암세포의 증식 억제 활성은 농도 의존적으로 증가되었다. 건조방법에 따른 항암활성은 비슷한 경향이었으며 가장 높은 농도인 800 μg/mL에서 80% 이상의 간암 및 폐암세포의 증식 억제활성을 보였고, 위암세포에서는 75% 이상의 증식 억제활성을 보였다. 이상의 결과 모시잎에는 높은 함량의 총 polyphenol 및 총 flavonoid를 함유하고 있는 것으로 나타났고 총 polyphenol 및 chlorogenic acid 함량은 동결건조와 열풍건조 간의 비슷한 함량을 보였으며, 총 flavonoid 함량은 동결건조 모시잎에 비하여 열풍건조 모시잎에서 높게 나타나 모시잎의 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 chlorogenic acid 함량은 열풍건조를 하는 것이 효율적이라 판단된다. 건조방법에 따른 모시잎 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능과 항산화지수를 통한 항산화활성, 그리고 간암, 위암 및 폐암세포의 증식 억제활성은 비슷한 경향으로 나타났으며, 모시잎의 항산화효과 및 암세포 증식 억제효과는 모시잎에 함유된 polyphenol, flavonoid 및 chlorogenic acid 등에 의하여 기인된 것이라 사료된다.

건조방법에 따른 모시잎의 지방전구세포를 이용한 항비만효과를 구명하기 위해 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물이 3T3-L1 지방전구세포와 돼지 지방전구세포의 증식과 분화에 미치는 영향을 살펴본 결과는 다음과 같다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물 모두 25 μg/mL 농도에서는 3T3-L1 지방전구세포의 증식을 억제하지 않았으나 100 μg/mL 농도에서는 대조군에 비하여 각각 25.54%와 24.52%로 지방전구세포의 증식을 억제하였다. 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물 25 μg/mL과 100 μg/mL 두 농도 모두 유의하게 3T3-L1 지방

전구세포의 분화 및 중성지방 축적을 억제하였다. 돼지 지방전구세포의 증식은 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물 25 μg/mL과 100 μg/mL 모두 지방세포 수가 농도 의존적으로 저하되어 대조군에 비하여 유의적으로 지방전구세포의 증식을 억제하였다. 돼지 지방전구세포의 분화 및 중성지방 축적의 경우 열풍건조 모시잎 추출물 25 μg/mL과 100 μg/mL 모두 지방전구세포의 분화 및 중성지방 축적을 억제하였으나, 동결건조 모시잎 추출물은 100 μg/mL 농도에서만 지방전구세포의 분화 및 지방 축적을 억제하였다. 이상의 결과 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 3T3-L1 지방전구세포와 돼지 지방전구세포의 증식을 억제하고, 중성지방 축적 및 지방전구세포의 분화를 억제하여 모시잎의 항비만효과를 관찰하였다. 이러한 효과는 3T3-L1 지방전구세포에서는 건조방법에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으나, 돼지 지방전구세포의 분화 억제 및 지방 축적 억제효과는 건조방법에 따른 유의적 차이를 보여 *in vitro*에서 항비만효과는 동결건조 모시잎 보다는 열풍건조 모시잎이 더 높은 것으로 나타났다.

*In vitro*에서 항비만효과의 활성이 더 높게 나타난 열풍건조 모시잎 에탄올 추출물을 *db/db* 마우스에게 저농도(200 mg/kg of b.w./day)와 고농도(400 mg/kg of b.w./day)로 6주간 경구투여하여 모시잎의 항비만 및 항당뇨효과를 살펴본 결과는 다음과 같다. 모시잎 에탄올 추출물 투여군들(HRL, HRH)의 체중증가량, 식이섭취량 및 수분섭취량은 대조군에 비하여 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 체중 100 g당 간조직 무게와 피하지방, 등지방 및 부고환지방 무게는 모시잎 에탄올 추출물 투여로 감소하는 경향이었으나, 통계적 유의성은 없었고, 장간막지방 무게는 농도 의존적으로 저하되어 고농도군(HRH)에서 대조군에 비하여 유의하게 저하되었다. 총지방량과 혈청의 간 지표 효소인 ALT 및 AST 활성은 모시잎 에탄올 추출물 투여군들 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었다. 실험기간 6주 동안 전혈의 혈당 변화를 살펴보면 4주째부터 대조군 비하여 모시잎 에탄올 추출물 투여로 농도 의존적으로 감소되어 고농도군에서 대조군에 비하여 유의하게 저하되었다. 6주째에는 모시잎 에탄올 추출물 투여군들 모두 대조군에 비하여 유의적으로 낮은 혈당 수준을 나타내었다. 혈청 중 인슐린 함량은 모시잎 에탄올 추출물의 투여로 모든 실험군들이 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었고, 당화헤모글로빈 함량은 농도 의존적으로 감소되어 고농도군은 대조군에 비해 유의적으로 감소되었다. 당부하 검사 결과 모시잎 에탄올 추출물 투여군들은 포도당 투여 후 30,

60, 90, 120 분 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 투여 농도에 따른 차이는 없었다. 혈당반응면적은 대조군에 비하여 모시잎 에탄올 추출물 투여군들 모두 유의적으로 감소되었다. 혈청 중 중성지방 함량은 모시잎 에탄올 추출물 투여로 감소되는 경향을 보였으나, 유의적 차이는 없었고, 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 농도 의존적으로 감소되어 고농도군에서 유의적으로 감소되었다. 반면, HDL-콜레스테롤 함량은 대조군에 비하여 농도 의존적으로 증가되어 고농도군에서 유의적인 차이를 보였다. LDL-콜레스테롤 함량은 모시잎 에탄올 추출물 투여군들 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 투여 농도에 따른 유의적 차이를 보였다. 이상의 결과 열풍건조 모시잎 에탄올 추출물의 투여는 *db/db* 마우스의 총지방량과 혈당을 감소시키고, 고인슐린혈증 및 내당능 개선효과를 보이며, 혈중 지질 개선효과를 나타냄으로써 항비만 및 항당뇨효과에 유효적인 효과를 내는 것을 알 수 있었다.

본 연구결과를 종합해 보면, 열풍건조 및 동결건조의 건조방법에 따라 모시잎의 일반성분 및 영양성분 함량의 차이를 보였으며, 이에 따라 사용 목적 및 얻고자 하는 성분에 따라 효율적인 건조방법의 선택이 고려되어야 할 것으로 생각된다. 또한 열풍건조 및 동결건조 모시잎 에탄올 추출물은 *in vitro*에서 항산화효과와 암세포의 증식 억제효과를 보였고, 3T3-L1 지방전구세포와 돼지 지방전구세포의 증식 및 분화를 억제하고, 중성지방 축적을 억제하여 항비만효과를 나타내었으며, *In vivo*에서 *db/db* 마우스에 대한 항비만 및 항당뇨효과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 모시잎에 함유된 식이섬유소, 불포화지방산, 항산화 비타민, 무기질, polyphenol compound 및 flavonoid 등의 생리활성물질에 의하여 생체 내에서 산화스트레스에 의해서 과잉으로 생성된 활성산소 등의 자유 라디칼의 생성을 억제시킴으로써 항산화 및 암세포 증식 억제효과를 발휘하고, 혈당을 강하하고 혈중 지질대사를 개선시키며 지방축적을 억제함으로써 항비만 및 항당뇨효과를 나타낸 것이라 여겨진다. 따라서 모시잎은 현대인의 암, 당뇨, 비만 등의 대사성질환 예방 및 개선에 기여할 수 있을 것으로 사료되며 이와 관련된 기능성분 및 작용기전에 대해서는 더욱 구체적이고 체계적인 연구가 필요하리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. Lee HS. 1997. Dietary fiber intake of Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 540-548.
2. Moon SJ. 1996. Nutrition problems of Korean. *Korean J Nutrition* 29: 371-380.
3. NSOK. 2000. The expectancy of Future Population. National Statistical Office of Korea.
4. WHO. 2011. Obesity and overweight. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
5. Korea Centers for Disease Contol and Prevention. 2010. Korea National Health and Nutrition Examination Survery. Ministry of Health and Welfare, Korea.
6. Lew EA. 1985. Mortality and weight: insured lives and the American Cancer Society studies. *Ann Intern Med* 103: 1024-1029.
7. Alessi MC, Lijnen HR, Bastelica D, Juhan-Vague I. 2003. Adipose tissue and atherothrombosis. *Pathophysiol Haemost Thromb* 33: 290-297.
8. Gesta S, Tseng YH, Kahn CR. 2007. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. *Cell* 131: 242-256.
9. Roncari DA, Lau DC, Kindler S. 1981. Exaggerated replication in culture of adipocyte precursors from massively obese person. *Metabolism* 30: 425-427.
10. Permana PA, Nair S, Lee YH, Luczy Bachman, De courten BV and Tataranni PA. 2004. Subcutaneous abdominal preadipocyte differentiation in vitro inversely correlates with central obesity. *American Journal of Physiology Endocrinology & Metabolism* 286: 958-962.
11. Guo X, Liao K. 2000. Analysis of gene expression profile during 3T3-L1 preadipocyte differentiation. *Gene* 251: 45-53.
12. Van Harmelen V, Rohrig K, Hauner H. 2004. Comparision of proliferarion and differentiation capacity of human adipocyte precursor cells from the

omental and subcutaneous adipose tissue depot of obese subjects. *metabolism* 53: 632-637.

13. Yagi K, Kondo D, Okazaki Y, Kano K. 2004. Anovel preakipocyte cell line established from mouse adult mature adipocytes. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 321: 967-974.
14. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 5th Edition, 2012 Update. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation. Available from: http://www.idf.org/diabetesatlas. Last accessed: November 2012
15. NSOK. 2011. Annual Report on the Cause of Death Statistics. National Statistical Office of Korea, Seoul, Korea.
16. Korean Diabetes Association(KDA). 2012. Diabetes fact sheet in Korean 2012. Seoul, Korea.
17. Fava S, Aquilina O, Azzopardi J, Muscat HA, Fenech FF. 1996. The prognostic value of blood glucose in diabetic patients with acute myocardial infarction. *Diabet Med* 13: 80-83.
18. Schneider SH, Kim HC, Khachadurian AK, Ruderman NB. 1988. Impaired fibrinolytic response to exercise in type Ⅱ diabetes mellitus: Effect of exercise and physical training. *Metabolism* 37: 924
19. 김인숙, 이경자, 박은숙, 주은정. 2001. 임상영양과 식사요법. 효일문화사, p 237-243.
20. Kim HJ, NamGung SA, Hong JI, Mok HJ. 2011. Medical-nutrition-therapy for obese patients with type 2 diabetes mellitus undergoing metabolic surgery. J Korean Diet Assoc 17: 206-215.
21. Wing RR. 1998. Behavioral strategies for weight reduction in obese type Ⅱ diabetic patients. *Diabeties Care* 12: 139-144.
22. 박건영. 2005. 영양과 질병예방. 유한문화사, p 165.
23. Yoon KH. 2000. Pathogenesis of type 2 diabetes in Korea. *Diabetes and Metabolism Journal* 24: 60-70.
24. Shim WS, Kim HJ, Kim SK, Han SJ, Kang ES, RHee YM, Ahn CW, Lim SK, Kim KR, Lee HC, Cha BS. 2005. The Association of family history of

diabete and obesity in the development of type 2 diabetes. *Diabetes and Metabolism Journal* 29: 540-547.

25. 구재옥, 김원경, 서정숙, 손숙미, 이연숙. 2007. 식사요법 원리와 실습. 교문사, p 267-272.
26. Calle-Pascual AL, Rodriguez C, Camacho F, Sanchez F, Martin-Alavarez PJ, Yuste E, Hidalgo I, Diaz RJ, Calle JR, Charro AL. 1992. Behaviour modification in obese subjects with type 2 diabetes medllitus. *Diabetes Res Clin Pract* 15: 157-162.
27. Seol KL, Choi SY, Lee JI. 2002. A study on the use, understanding satisfaction with alternative therapy for hospitalized cancer patients. *J Korean Public Health Assoc* 28: 198-211.
28. Central Cancer Registry Center in Korea. 2011. Annual Report of the Korea Central Cancer Registry. Ministry of Health and Welfare, Korea.
29. Ryu BH, Park BG, Song SK. 2002. Antitumor effects of the hexane extract of Stachys sieboldii MIQ. *Korean J Biotechnol Bioeng* 17: 520-524.
30. Fojo AT, Ueda K, Slamon DJ, Poplack DG, Gottesman MM, Pastan I. 1987. Expression of a multidrug-resistance gene in human tumors and tissues. *Proc Natl Acad Sci USA* 84: 265-269.
31. Yang YM, Hyun JW, Lim KH, Sung MS, Kang SS, Park WH, Bae K, Cho WH, Kim HJ, Woo ER, Park HK, Park JG. 1996. Antineoplastic effect of extracts from traditional medicinal plants and varius plants(Ⅲ). *Korean J Pharmacogn* 27: 105-110.
32. Sunami E, Tsuno N, Osada T, Saito S, Kitayama J, Tomozawa S, Tsuruo T, Shibata Y, Muto T, Nagawa H. 2000. MMP-1 is a prognostic marker for hematogenous metastasis of colorectal cancer. *Oncologist* 5: 108-114.
33. International Agency for Research on Cancer. 2003. World cancer report. World Health Organization. Lyon, France.
34. Wolf I, Sadetzki S, Catane R, Karasik A, Kaufman B. 2005. Diabetes mellitus and breast cancer. *Lancet Oncol* 6: 103-111.
35. Renehan AG, Shalet SM. 2005. Diabetes, insulin therapy, and colorectal

cancer. *BMJ* 330: 551-552.
36. Larsson SC, Orsini N, Brismar K, Wolk A. 2006. diabetes mellitus and risk of bladder cancer: a meta-analysis. *Diabetologia* 49: 2819-2823.
37. Coughlin SS, Calle EE, Teras LR, Petrelli J, Thun MJ. 2004. Diabetes mellitus as a predictor of cancer mortality in a large cohort of US adults. *Am J Epidemiol* 159: 1160-1167.
38. Huxley R, Ansary-Moghaddam A, Berrington de Gonzalez A, Barzi F, Woodward M. 2005. Type-Ⅱ diabetes and pancreatic cancer: a meta-analysis of 36 studies. *Br J Cancer* 92: 2076-2083.
39. 김시영. 2004. 비만과 암의 연관성. 대한비만학회 춘계학술대회. p 23-26.
40. Burak Climen MY. 2008. Free radical metabolism in human erythrocytes. *Clin Chim Acta* 390: 1-11.
41. Alessio HM. 1993. Excercise-induced oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc* 25: 218-224.
42. Stadtman ER, Berlett Bs. 1998. Reactive oxygen-mediated protein oxidation in aging and disease. *Drug Metabolism Reviews* 30: 325-243.
43. Yun JH. 2000. Effects of Chrysanthemum indicum L. extract in the activity and differentiation of osteoblastic MC3T3-E1 cells. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea.
44. Packer L. 1991. Protective role of vitamin E in biological system. Am J Clin Nutr 53: 1050s-1055s.
45. Branen AL, Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxy toluene. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
46. Ito N, fukushima S, Hasegawa A, Shibata M, Ogiso T. 1983. Carcinogenecity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. *J Cancer Inst* 70: 343-347.
47. Park SY, Kim JW. 1992. Screening and isolation of the antitumor agents from medecinal plants (Ⅰ). *Kor J Pharmacogn* 23: 264-267.
48. Das M, Sur P, Gomes A, Vedasiromoni JR, Ganguly DK. 2002. Inhibition of tumor growth and inflammation by consumption of tea. *Phytother Res* 1:

40-44.

49. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. 2011. Antioxidant activity in water and methanol extracts from korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 29-36.
50. Institute of Drug and Plant. 1998. Details of drug and plant (Revised Version Jimmeong publish, Seoul, Korea, p 135.
51. Zhao TL, Yani Y, Lili Z, Ping S, Zhong WL, Jian L, Heping X, Yuande P, Shouwei T. 2008. Study on the perpormance of ramie fiber modified with ethylenediamine. *Carbohyd Polym* 71: 18-25.
52. Lee SJ. 1578. Boenchogangmeok. Seoul, Korea, p 570-571.
53. Bae KH. 2000. The Medicinal Plants of Korea. Kyohaksa, Paju, Korea. p 74-75.
54. Kang IH. 1997. Deok (Korea rice cake) and Gwasleol of Korea. Daehan Publish., Seoul, Korea, p 503.
55. Yoon SJ, Jang MS. 2006. Characteristics of quality in *Jeolpyun* with different amounts of ramie. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 636-641.
56. Park MR, Lee JJ, Kim AR, Jung HO, Lee MY. 2010. Physicochemical composition of ramie leaves (*Boehmeria nivea* L.). *Korea J Food Preserv* 17: 853-860.
57. Da SF, Melo JCP, Airoldi C. 2006. Preparation of ethyenediamine anchored cellulose and determination of thermochemical data for the interaction between cations and basic centers at solid/liquid inerface. *Carbohyd Res* 34: 2842-2450.
58. Kim OS. 2010. Physiological and quality characteristics of bakery products added with mosi leaf powder. Ph.D. thesis, Sejong University, Korea.
59. Kim HJ, Choi JH, Kim HD, Park CC. 1994. A study on the improvement of antimicrobial activity and crease resistance of korean traditional hansan ramie fabrics. *J of Kor Soc of Dyers and Finishers* 6: 285-292.
60. Yoon SJ, Jang MS. 2006. Characteristics of quality in *Jeolpyun* with different amounts of ramie. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 636-641.

61. Son MH. 2007. The physicochemical properties and antimicrobial activity of *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. *MS Thesis* Sunchon National University, Sunchon, Korea.
62. Kim IS, Park KS, Yu HH, Shin MK. 2009. Antioxidant activities and cell viability against cancer cells of *Adenophora remotiflora* Leaves. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 384-394.
63. Lee JJ, Park MR, Kim AR, Lee MY. 2011. Effects of ramie leaves on improve ment of lipid metabolism and antiobesity effect in rats fed a high fat/high cholesterol diet. *Korea J Food Sci Technol* 43: 83-90.
64. Oh SH. 2012. Effects of Ramie Leaf on the Loperamide-Induced Constipation in Rats. MS thesis, Chosun University, Korea.
65. Park SS, Kim SI, Sim KH. 2011. The quality characteristics and antioxidative activity of Sulgidduk supplemented with ramie leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 763-772.
66. Paik JE, Bae HJ, Joo NM, Lee SJ, Jung HA, Ahn EM. 2010. The quality characteristics of cookies with added Boehmeria nivea. *Korean J Food Nutr* 23: 446-452.
67. Lee YJ, Woo KS, Jeong HS, Kim WJ. 2010. Quality characteristics of muffins with added dukeum (pan-fired) ramie leaf (Boehmeria nivea). *Korean J Food Culture* 25: 810-819.
68. 박복희, 박유미, 조희숙. 2009. 모시잎(Boehmeria nivea) 분말을 첨가한 두부의 품질 특성. 한국식품영양과학회 산업심포지움발표집, p 261.
69. Park NH. 1995. General outline and status of application for freeze-drying. *J Air-Condi Refr Eng* 24: 338-345.
70. Lee WY, Lee SW, Lee BS, Cha WS, Park JH, Oh SL, Cho YJ, Kim JK, Hong JH. 2004. Diffusion of salt and drying characteristics of beef jerky. *Korean J Food Preserv* 11: 508-515.
71. Hong JH, Lee WY. 2004. Quality characteristics of osmotic dehydrated sweet pumpkin by different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1573-1579.

72. A.O.A.C. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
73. Waters Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Ltd. Seoul. p 41-46.
74. Wungaarden DV. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Analytical Chem* 39: 848-850.
75. Korea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. Korean Foods Industry Association. Seoul. Korea. p 367-368, p 383-385.
76. Rizzolo A, Formi E, Polesello A. 1984. HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14: 189-199.
77. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean *meju* model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1006-1015.
78. Gancedo M, Luh BS. 1986. HPLC analysis of organic acid in Waters. PICO. TAG system, Young-in Scientific Co. Ltd., Seoul. Korea. p 41-46.
79. Jung GT, Ju IO, Choi JS. Hong JS. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT(Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol* 32: 928-935.
80. Folin O, DenisW. 1912. On phosphotungastic phosphomolybdic compounds as color regents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
81. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. standard food analysis. Jigu-moonwha sa. p 381-382.
82. Coseteng MY, Lee CY. 1987. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relatio to degree of browning. *J Food Sci* 52: 985-989.
83. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1203.
84. Joo KJ, Kim JJ. 2002. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with wegetable oils. *Korean J Food Sci. Technol* 34: 499-502.
85. Ishiyama M, Tominaga H, Shiga M, Sasamoto K, Ohkura Y, Ueno K. 1996.

A combined assay of cell viability and in vitro cytotoxicity with a highly water-soluble tetrazolium salt, neutral red and crystal violet. *Bio Pharm Bull* 19: 1518-1520.

86. Chen C, Brodie AE, Hu CY. 1997. CCAAT/enhancer-binding protein β cannot overcome TCDD inhibition of 3T3-L1 preadipocyte differentiation. *Obesity Res* 5: 146-152.
87. Wise LS, Green H. 1979. Participation of one isozyme of cytosolic glycerophosphate in adipose conversion of 3T3 cell. *Journal of Biological Chemistry* 254: 273-275.
88. Suryawan A, Swanson L.V, and Hu C.Y. 1997. Insulin and hydrocortisone, but not triiodothyronine, are required for the differentiation of pig preadipocytes in primary culture. *Journal of Animal Science* 75: 105-111.
89. Reeves PG, Nielson FH, Fahey Jr GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the american institute of nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nut* 123: 1939-1951.
90. Friedwald W, Levy R, Fredrickson D. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
91. Pruessner JC, Kirschbaum C, Meinlschmid G, Hellharmmer DH. 2003. Two formulas for computation of the area under the curve represent measures of total hormone concentration versus time-dependent change. *Psychoneuroendocrinology* 28: 916-931.
92. Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T, Song BH. 2006. Effects of drying methods on content of active components, antioxidant activity, and color values of *Saururus chinensis* Bail.. *Korean J Medicinal Crop Sci* 14: 8-13.
93. Lee SJ, Seo JK, Shin JH, Lee HJ, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of wa-song (Orostachys japonicus A. Berger) according to drying mehtods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 605-611.

94. Park MR. 2010. Effects of Ramie Leaves on Improvement of Lipid Metabolism and Anti-obesity Effect in Rats Fed High Fat-High Cholesterol Diet. MS Thesis, Chosun University, Gwangju, Korea.
95. Kim EM. 2011. Antioxidant and anticancer effects of extracts and components from *Artemisia princeps Pampanini* and *Cirsium setidens Nakai*. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 871-876.
96. Shin KH, Lee SH, Cho DH, Park CH. 1998. Analysis of vitamins and general componets in the leaves of chwinamul. *Korean J Plant Res* 11: 163-167.
97. Lee BY, Hwang JB. 2000. Physicochemical characteristics of Agastache rugosa O. Kuntze extracts by extracts by extraction conditions. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1-8.
98. Park JA, Kim MK. 1999. Effect of korean native plant diet on lipid metavolism, antioxidative capacity and cadmium detoxification in rats. *Korean J Nutr* 32: 353-368.
99. Park JS, Lee WJ. 1994. Dietary fiver contents and physical properties of wild vegetables. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 120-124.
100. Jin TY, Oh DH, Eun JB. 2006. Change of physicochemical characteristics and functional components in the raw materials of saengsik, uncooked food by drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 38: 188-196.
101. Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. 2007. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 36: 342-347.
102. Jin TY, Quan WR, Wang MH. 2008. Change of physicochemical and sensory characteristics in the *Codonopis lanceolata* saengsik, uncooked food by drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 40: 721-725.
103. Vidal-valverde C, Frias J. 1991. Legume processing on dietary fiber components. *J Food Sci* 56: 1350-1357.
104. Huges JC, Grand A, Faulks RM. 1975. Texture of cooked potatoes: Relationship between the compressive strengh of cooked potato disks and

release of pectic substance. *J Sci Food Agr* 26: 731-738.

105. Nyman M, Palsson KE, Asp NG. 1987. Effect of processing fiber in vegetables. *Lebensm-wiss u-Technol* 20: 29-35.
106. Son SM, Kwon HO, Lee JH. 2011. Physicochemical composition of Capsosiphon fulvescens according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1582-1588.
107. Kim JG. 1995. Nutritional properties of ChOl-PyOn preparation by adding mugwort and pine leaves. *Korean J Soc Food Sci* 11: 446-455.
108. Ahn B, Yang CB. 1991. Chemical composition of Bangah(*Agastache rugosa* O. Kuntze) herb. *Korean J Food Sci Technol* 23: 375-378.
109. Han HS, Park JH, Choi HJ, Son JH, Kim YH, Kim S, Choi C. 2004. Biochemical analysis and physiological activity of perila leaves. *Korean J Food Culture* 19: 94-105.
110. Cho BS, Lee JJ, Ha JO, Lee MY. 2006. Physicochemical composition of *Petasites japonicus* S. et Z. Max. *Korean J Food Preserv* 13: 661-667.
111. Choi KS, Lee HY. 1999. Characteristics of useful components in the leaves of Baechohyang(Agastache rugosa, O. Kuntze) *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 326-332.
112. Hitchcock C, Nicholas BW. 1971. The lipid and fatty acid composition of specific tissues. The plant lipid biochemistry, Academic press., New York, U.S.A., p 59.
113. Rao S, Lakshminara KG. 1988. Lipid class and fatty acid compositions of edible tissues of *Peucedanum graveolens*, *Mentha arvensis*, and *Colocasia esculenta* plants. *J Agric Food Chem* 36: 475-478.
114. Lee YR, Nho JW, Hwang IG, Kim WJ, Lee YJ, Jeong HS. 2009. Chemical composition and antioxidant activity of ramie leaf (*Boehmeria nivea* L.). *Food Sci Biotechnol* 18: 1096-1099.
115. Kim HK, Hawer WD, Shin HS. 1989. Effect of cooking and drying methods on the lipid content and neutral lipid composition of shrimp. *Korean J Food Sci Technol* 21: 17-24.

116. Kwon JH, Lee GD, Lee SJ, Chung SK, Choi JU. 1998. Changes in chemical components and physical properties with freeze drying and hot air-drying of *Dioscorea batatas*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 908-913.
117. Kim DW, Choi KJ. 1985. Changes in compositions of fatty acids according to drying methods of mugwort(*Artemisia asiatica* Nakai). *J Korean Soc Food Nutr* 14: 95-98.
118. Kim CH, Park SO. 2006. Influence of dry methods on qualities of Artemisia sp. *The Korean Journal of Culinary Research* 12: 108-118.
119. Kim JH, Kim MK. 1999. Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of perilla frutescens, Artemisia Princeps Var. Orientalis and Aster Scaber on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32: 540-551.
120. Kim IS. 2007. Antibacterial, antioxidant activities and cell viability against cancer of Adenophora remotiflora leaves. Ph.D. thesis, Wonkwang University, Iksan, Korea.
121. Jensen A. 1969. Tocopherol content of seaweed and seaweed meal influence of processing and storage on the content of tocopherols, carotenoids and ascorbic acid in seaweed meal. *J Sci Food Agric* 20: 622-628.
122. Kim JA, Lee JM. 2004. The changes in the chemical components and antioxidant activities in *Ecklonia cava* according to the drying methods. *J Korean Home Econ Assoc* 42: 193-203.
123. Choi HM. 2011. 21th nutrition(4th edition), kyomunsa, paju, Korea, p 276.
124. Lee BY, Choi HS, Hwang JB. 2002. Analysis of food components of gastrodiae rhizoma and changes of several characteristics at the various drying conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 37-43.
125. Choi YH. 2003. Changes in vitamin C and minerals content of perilla leaves by different cooking methods. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 174-180.
126. Choi YH, Han JS. 2001. Vitamin C and mineral contents in perilla leaves by leaf age and storage conditions. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17:

583-588.

127. Kim JA, Lee JM. 2004. Changes of chemical components and antioxidant activities in Hizikia fusiformis (Harvey). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 219-226.

128. Nieves JW, Komar L, Cosman F, Lindsay R. 1998. Calcium potentiates the effect of estrogen and calcitonin on bone mass: review and analysis. *Am J Clin Nutr* 67: 18-24.

129. Fennema OG. 1996. Food Chemistry. 3rd ed, Marcel Deckker, New York, p 547-551.

130. Lee JS, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Boo HO. 2007. Proximate composition and minerals, phenolics, anthocyanins pigment characteristics on the parts of sweetpotato. *Korean J Intl Agri* 19: 196-204.

131. Kim MH, Jang HL, Yoon KY. 2012. Changes in physicochemical properties of *haetsun* vegetables by blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 647-654.

132. Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong HS. 2011. Chemical composition and antioxidant activity of deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and doragi (*Platycodon grandiflorum*) according to temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 798-803.

133. Woo KS, Hwang IG, Kim HY, Jang KI, Lee JS, Kang Ts, Jeong HS. 2011. Thermal degradation characteristics and antioxidant activity of fructose solutions with heating temperature and time. *J Med Food* 14: 167-172.

134. Aida TM, Tajima K, Watanave M, Saito Y, Kuroda K, Nonaka T, Hattori H, Smith Jr RL, Arai K. 2007. Reactions of d-fructose in water at temperature up to 400℃ and pressures up to 100 MPa. *J Supercrit Fluid* 42: 110-119.

135. 신효선. 1985. 식품분석(이론과 실험). 신광출판사, p 87.

136. 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: 60-65.

137. Park SJ, Lee JS, Hoe YH, Moon EY, Kang MH. 2008. Physiology activity of barley leaf using different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1627-1631.
138. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. 2011. Antioxidant activity in water and methanol extrcts from korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 29-36.
139. Hyun KW, Kim JH, Song KJ, Lee JB, Jang JH, Kim YS, Lee JS. 2003. Physiological functionality in *Geumsan perilla* leaves from greenhouse and field cultivation. *Korean J Food Sci Technol* 35: 975-979.
140. Kim JW, Kim JK, Song IS, Kwon ES, Youn KS. 2013. Comparison of antioxidant and physiological properies of jerusalem artichoke leaves with different extraction precesses. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 68-75.
141. Cha JY, Jeong JJ, Kim YT, Seo WS, Yang HJ, Kim JS, Lee YS. 2006. Detection of chemical characteristics in Hamcho (*Salicornia herbacea*) according to harvest periods. *J Life Sci* 16: 683-690.
142. Kim HK, Joo KJ. 2005. Antioxidative capacity and total phenolic compounds of methanol extract from *Zizyphus jujuba*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 750-754.
143. Park SH, Lim HY, Han JH. 2003. A study of medicinal herbs for functional food application (Ⅰ)-nutritional composition and scoplectin analysis of *Artemisia capilaries*. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 552-560.
144. Woo WS. 2001. Experimental methods for phytochemistry. Seoul National University Pres, Seoul, Korea. p 61.
145. Choi Y, Kim MH, Shin JJ Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.
146. Kim JP, Chon IJ, Cho HK, Ham IH, Whang WK. 2004. The antioxidant and the antidiabetic effects of ethanol extract from biofunctional foods prescriptions. *Kor J Pharmacogn* 35: 98-103.
147. Lee HS, Lee HA, Hong CO, Yang SY, Hong SY, Park SY, Lee HJ, Lee KW. 2009. Quantification of caffeic acid and rosmarinic acid and

antioxidant activities of hot-water extracts from leaves of *Perilla frutescens*. *Korean J Food Sci Technol* 41: 302-306.

148. Kim YS, Ji YS, Lee GH, Kil KJ, Chang JP, Doh ES. 2011. Antioxidative activity of chubu perilla leaves (*Penilla frutescens* var. japonica Hara) to harvesting time. The Korean Society of Medicinal Crop Science Semiannual p 300-301.
149. Wellerlr A, Sims CA, Matthews RF, Bates RP, Brecht JK. 1997. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *J Food Sci* 62: 256-260.
150. Noh JE, Choi YK, Kim HK, Kwon JH. 2005. Pre-establishment of microwave-assisted extraction conditions for antioxidative extracts from cabbage. *Korean J Food Preserv* 12: 62-67.
151. Koeppen BH, Roux DG. 1966. C-glycosides. The chemistry of aspalathin. *J Biochem* 99: 604-609.
152. Nicoli MC, Anese M, Parpinel M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol* 10: 94-100.
153. Dewanto V, Wu X, adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
154. Manzocco L, Calligaris S, Mastrocola D, nicoli MC, Lerici CR. 2000. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed food. *Trends Food Sci Technol* 11: 340-346.
155. Kim YM, Choi MS, Bae JH, Yu SO, Cho JY, Heo BG. 2009. Physiological activity of bang-a, aster and lettuce greens by the different drying methods. *Journal of Bio-environment Control* 18: 60-66.
156. Cha JY, Cho YS. 2001. Biofunctional activities of citrus flavonoids. *J Kor Soc Agric Chem Biothchnol* 44: 122-128.
157. Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci*

Biotechnol Biochem 61: 102-104.

158. 박성순, 심기현, 김순임. 2010. 모시풀(Boehmeria nivea L.)의 항산화 활성. 한국식품저장유통학회 학술발표논문집. p 318.
159. Hong JH, Leon JL, Lee JH, Lee IS. 2007. Antioxdative properties of Artemisia princeps Pamp. *J Korean Sco Food Sci Nutr* 36: 657-662.
160. Sakanka S, Kim M, Taniguchi M, Yamamoato T. 1989. Antibacterial substance in japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*. a cariognic bacterium. *Argic Biol Chem* 53: 2307-2311.
161. Clifford MN. 2000. Chlorogenic acid and other cinnamatesnature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *J Sci Food Agric* 80: 1033-1043.
162. Shin JH, Gyong AY. 2013. Simulateous determination ofr the contents of caffeine and chlorogenic acid in coffee beans. *Korean J Community Living Sci* 24: 5-12.
163. Awad1 MA, De Jager A, Van Westing LM. 2000. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Scientia Horticulturae* 83: 249-263.
164. Cilliers JJL, Singleton VL, Lamula-Raventos RM. 1990. Total polyphenols in apples and ciders; correlation with chlorogenic acid. *J Food Sci* 55: 1458-1464.
165. Chung DM, Chung YC, Chun HK. 2011. Spectrophotometric assay for determination of chlorogenic acid using green pigment formation and quantitative analysis of chlorogenic acid in blueberry leaf. *Journal of Life Science* 21: 610-612.
166. Im HW. A study on the phenolic content analysis of korean potatoes. *The Korean FoodService Association* 6: 43-59.
167. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1996. Structure antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med* 20: 933-956.
168. Chen JH, Ho CT. 1997. Antioxidant activities of caffeic acid and its related

hydroxycinnamic acid compounds. *J Agric Food Chem* 45: 2374-2378.

169. Rodriguez de Sotillo DV, Hadley M. 2000. Chlorogenic acid modifies plasma and liver concentrations of cholesterol, triacylglycerol, and minerals in (fa/fa) Zucker rats. *J Nutr Biochem* 13: 717-726.
170. Bassoli BK, Cassola P, Borba-Murad GR, Constantin J, Salgueiro-Pagadigorria CL, Bazotte RB, da Silva RS, de Souza HM. 2008. Chlorogenic acid reduces the plasma glucose peak in the oral glucose tolerance test: effects on hepatic glucose release and glycaemia. *Cell Biochem Funct* 26: 320-328.
171. Kim JH, Kim JK, Kang WW, Ha YS, Choe SW, Moon KD. 2003. Chemical composition and DPPH radical scavenger activity in different section of safflower. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 733-738.
172. Cho MS. 2003. A study of intakes of vegetables in Korea. *Korean J Food Culture* 18: 601-612.
173. Park CS, Kwon CJ, Choi MA, Park GS, Choi KH. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activities of mugwort and pine needle extracts. *Korean journal of Food preservation* 9: 248-252.
174. Morris JR, Sistrunk WA, Junck J, Sims CA. 1986. Effect of fruit maturity, juice storage and juice extraction temperature on quality of concord grape juice. *J Amer Soc Hort Sci* 111:742-746.
175. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
176. Lee SE, Seong NS, Bang JK, Park CG, Seong JS. Song J. 2003. Antioxidative activity of Korean medicinal plant. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 127-134.
177. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavengingand electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
178. Cha GS, Choi CU. 1990. Determination of oxidation stability of perilla oil

by the rancimat method. *Korean J Food Sci Technol* 22: 61-65.

179. Lee Js, Park YK, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Jeong BC, Bang JK. 2007. Antioxidative and biological activites of sweetpotato tips. *Korean J Crop Sci* 52: 228-238.
180. Choo MH, Lee JJ, Lee MY. 2007. Effect of *Pimpinella Brachycarpa* Ethanol Extract on Chronically Ethanol-Induced Liver Damage in Rats. *Journal of Life Science* 17: 1406-1413.
181. Kim EY, Baik IH, Kim JH Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
182. Choi EO, Kim HS, Han MH, Choi YH, Kim BW. 2012. Effects of *Hizikia fusiforme* extracts on adipocyte differentiation and adipogenesis in 3T3-L1 preadipocytes. *Journal of Life Science* 22: 1399-1406.
183. Hwang YH, Kim DC, Hwang WI, Han YB. 1998. Inhibitory effect of *Artemisia princeps* pampan extract on growth of cancer cell lines. *Korean J Nutr* 31: 799-808.
184. Seo HS, Chung BH, Cho YG. 2008. The antioxidant and anticancer effects of butterbur(*Petasites japonicus*) extracts. *Korean J Plant Res* 21: 265-269.
185. Jung MJ, Yin Y, Heo IS, Wang MH. 2008. Antioxidant and anticancer activities of extract from *Artemisia capillares*. *Korean J Pharmacogn* 39: 194-198.
186. Xu Q, Mori H, Sakamoto O, Uesugi Y, Koda A. 1989. Immunological mechanisms of antitumor activity of some kinds of crude drugs on tumor necrosis factor production. *Int J Immunopharmacol* 11: 607-613.
187. Ryu JH, Lee SL, Kim MJ, Shin JH, Kang SK, Cho KM, Sung NJ. 2011. Antioxidant and anticancer activities of Artemisia annua L. and Determination of functional compounds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 509-516.
188. Do JR, Kim KJ, Jo JH, Kim YM, Kim BS, Kim HK, Lim SD, Lee SW. 2005. Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of medicinal

herbs. *Korean J Food Sci Technol* 37: 206-213.

189. Park CS, Kim ML. 2006. Functional properties of mugwort extracts and quality characteristics of noodles added mugwort powder. *Korean J Food Preserv* 13: 161-167.
190. Lee MK, Choi GP, Ryu LH, Lee GY, Yu CY, Lee HY. 2004. Enhanced immune activity and cytotoxicity of A*rtemisia capilaris* Thunb extracts against human cell line. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 36-42.
191. Kim EJ, Jung SW, Choi KP, Han SS. 1998. Cytotoxic effect of the pine needle extracts. *Korean J Food Sci Technol* 30: 213-217.
192. Ong TM, Whong WZ, Stewart S, Brockman HE. 1986. Chlorophyllin: a potent antimutagen against environmental and dietary complex mixture. *Mutat Res* 173: 111-115.
193. Shinohara K, Kuroki S, Miwa M, Kong ZL, Hosoda H. 1988. Antimutagenicity of dialyzates of vegetables and fruits. *Agric Biol Chem* 52: 1369.
194. Peter GK. 2000. Obesity as a medical problem. *Nature* 404: 635-643.
195. Green H, Kehinde O. 1974. An established preadipose cell line and its differentiation in culture. *Cell* 3: 127-133.
196. Eun JS, Hong JS, So JN. 1993. Effects of the extracts from hoelen alba, alismatis rhizoma and atractylodes rhizoma on proliferation and differentiation of 3T3-L1 cells. *Kor J Pharmacogn* 24: 131-139.
197. Song MY. 2013. Effects of Kohlrabi(*Brassica oleracea*) and Sansa(*Crataeguspinatifida Bunge*) on proliferation and differentiation of pig preadipocyte and $_3T_3$-L_1 cell. MS thesis, Chungbuk National University, Cheongju, Korea.
198. Shin HD. 2007. Anti-obestiy effect of vegetable sprouts in 3T3-L1 adipocytes and rats. MS thesis, Chosun University, Gwangju, Korea.
199. Ailhaud G, Grimaldi P, Negrel R. 1992. Cellular and molecular aspects of adipose tissue development. *Ann Rev Nutr* 12: 207-233.
200. Hwang HJ, Pyeun JH, Nam TJ. 2000. The efects of alginic acid on 3T3-L1

cell's differentiation. *J Kor Fish Soc* 33: 541-545.

201. Jones BH, Standridge MK, Moustaid N. 1997. Angiotensin II increase lipogenesis in 3T3-L1 and human adipose cells. *Endocrinology* 138: 1512-1519.
202. Kim YS, Choi YK. 1992. Adipose tissue and fat cell metabolism. *J Kor Soc Study Obe* 1: 48-52.
203. Moustaid N, Jones BH, Taylor JW. 1996. Insulin increase lipogenic enzyme activity in human adipocytes in primary culture. *J Nutr* 126: 865-870.
204. Kim IH, Nam TJ. 2004. The effects of polymannuronates on leptin in 3T3-L1 adipocytes. *J Kor Fih Soc* 37:372-379.
205. Lee JA, Ahn EK, Hong SS, Oh JS. 2012. Anti-obesity effect of ethyl acetate extracts from *Agrimonia pilosa* Ledeb. in 3T3-L1 Preadipocytes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 161-167.
206. Yoon MS, Yoo JS, Lee KK, Kim MK. 2012. A study on biological activities of *Opuntia humifusa* cladode extracts. *J Appl Biol Chem* 55: 117-121.
207. Sato M, Hiragun A, Mitsui H. 1980. Preadipocytes possess cellular retinoid binding proteins and their differentiation is inhibited by retinoids. *Biochem Biophys Res Commun* 95: 1839-1845.
208. Kawada T, Aoki N, Kamei Y, Maeshige K, Nishiu S, Sugimoto E. 1990. Comparative investigation of vitamins and their analogues on terminal differentiation from preadipocytes to adipocytes of 3T3-L1 cells. *Comp Biochem Physiol* 96: 323-326.
209. Cno M, Aratani Y, Kitagawa I, Kitagawa Y. 1990. Ascorbic acid phosphate stimulate type Ⅳ collagen synthesis and accelerate adipose conversion of 3T3-L1 cells. *Exp Cell Res* 187: 309-314.
210. Harrison SA, Buxtaon JM, Clancy BM, Czech MP. 1991. Evidence that erythroid-type glucose transporter intrinsic activity is modulated by cadmium treatment of mouse 3T3-L1 cells. *J Biol Chem* 266: 19438-19449.
211. Yano T, Kobori S, Sakai M, Anami Y, Matsumura T, Matsuda H, Kasho

M, Shichiri M. 1997. Beta-very low density lipoprotein induces triglyceride accumulation through receptor mediated endocytotic pathway in 3T3-L1 adipocytes. *Atherosclerosis* 135: 57-4.

212. Labreuche J touboul PJ, Amarenco P. 2009. Plasma triglyceride levels and risk of stroke and carotid atherosclerosis: a systematic review of the epidemiological studies. *Atherosclerosis* 203: 331-345.
213. Hafiz MS, Arslan MI, Banarjee S, Obaidullah M. 2004. Studies on serum triglyceride level in pationts with myocardial infarction. *Mymensingh Med J* 13: 185-187.
214. Saltiel AR, Kahn CR. 2001. Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism. *Nature* 414: 799-806.
215. Kim HJ, Kang CH, Kim SK. 2012. Anti-adipogenic effect of Undaria pinnatifida Extracts by ethanol in 3T3-L1 adipocytes. *Journal of Life Science* 22: 1052-1056.
216. Do GP, Lee HJ, Do JR, Kim HK. 2012. Antiobesity effect of the *Cucubita moschata* Duch extracts in 3T3-L1. *Korean J Food Preserv* 19: 138-143.
217. You YH, Jun WJ. 2012. Effects of fractions from Benincasa hispida on inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 Preadipocytes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 895-900.
218. Kim JP, Lee IS, Seo JJ, Jung MY, Kim YH, Yim NH, Bae KH. 2010. Vitexin, orentin and other flavonoids from Spiodela polyrhiza inhibit adipogenesis in 3T3-L1 cells. *Phytother Res* 24: 1543-1548.
219. Park HJ, della-Fera MA, Hausman DB, Rayalam S, Ambati S, Baile CA. 2009. Genistein inhibits differentiation of primary human adipocytes. *J Nutr Biochem* 20: 140-148.
220. Yang JY, Della-Fera MA, Rayalam S, Ambati S, Hartzel DL, Park HJ, Baile CA. 2008. Enhanced inhibition of adipogenesis and induction of apoptosis in 3T3-L1 adipocytes with combinations of resveratrol and quercetin. *Life Sci* 82: 1032-1039.
221. Choia I, Park Y, Choi H, Lee EH. 2006. Anti-adipogenic activity of rutin in

3T3-L1 cells and mice fed with high-fat diet. *Biofactors* 26: 273-271.

222. Cha SY, Jang JY, Lee YH, Lee GY, Lee HJ, Hwang KT, Kim YJ, Jun YJ, Lee JM. 2010. Lipolytic effect of methanol extracts from Luffa cylindrica in mature 3T3-L1 adipocytes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 813-819.
223. Lee JM, Yoon HK, Lee YH, Park JJ, You YH, Jang JY, Yang JW, Jun WJ. 2010. The potential effects of ethyl acetate fraction from Curcuma longa L. on lipolysis in differentiated 3T3-L1 adipocytes. *J Med Food* 13: 1-7.
224. Choi YS, Choi KD, Kim SD, Owens P and Chung CS. 2010. Extracts of korean medicinal plant extracts alter lipogenesis of pig adipose tissue and differentiation of pig preadipocyte *in vitro*. *J Anim Sci & Technol* 52: 383-388.
225. Lim HK, Choi KD, Oyungerel B, Choi YS, Chung CS. 2008. Effects of retinoic acid on differentiation and gene expression of pig preadipocytes. *J Anim Sci & Technol* 50: 475-484.
226. Moon HS, Chung CS. 2004. Effect of lsomers of conjugated linoleic acid on porcine preadipocyte differentiation. *J Anim Sci & Technol* 46: 967-974.
227. Stanley M, Lee SB. 1986. Chronic effects of and α-glucosidase inhibitor (Bay O 1248) on intestinal disaccharidase activity in normal and diabetic mice. *J Pharm Exp Therapeutics* 240: 123-137.
228. Kim E, Kim MS, Rhyu DY, Min OJ, Back HY, Kim YJ, Kim HA. 2009. Hypoglycemic effect of *Eriobotrya japonica* (*E. japonica*) in *db/db* mice. *Korean J Food & Nutr* 22: 159-165.
229. Kyoung YM. 2010. Anti-obesity effects of combination of *Eriobotrya japonica* and *Nelumbo nucifera*. MS thesis, Mokpo National University, Mokpo, Korea.
230. Kim MJ, Ahn JH, Choi KH, Lee YH, Woo GJ, Hong EK, Chung YS. 2006. Effects of pine needle extract oil on blood glucose and serum insulin levels in *db/db* mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 321-327.
231. Lee YR, Nam SH, Kang, MY. 2006. Hypoglycemic effect of the giant

embryoric rice supplementation on sterptozotocin induced diabetic rats. *Korean J Food Sci Technol* 38:427-431.

232. Goldberg RB. 1981. Lipid disorders in diabetes. *Diabetes Care* 4: 561-572.
233. Kim AJ, Yoo HS, Kang SJ. 2012. Ameliorative effect of black ginseng on diabetic complications in C57BLKS/J-*db/db* mice. *Korean J Food & Nutr* 25: 99-104.
234. Lee SH, Lim SW, Lee YM, Hur JM, Lee HS, Kim DK. 2010. Anti-diabetic effects of *Triticum aestivum* L. water extracts in *db/db* mice as an animal model of diabetes mellitus type Ⅱ. *Kor J Pharmacogn* 41: 282-288.
235. Lee JJ, Kim AR, Chang HC, Jung HO, Lee MY. 2012. Effects of soybean and DJI *chungkukjang* powder on blood glucose and serum lipid reduction in db/db mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1086-1093.
236. Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriauciunas A, Stepens TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marco CC, McKee LJ, Bauer TL. 1996. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *N Engl J Med* 334: 292-295.
237. Lawes CM, Parag V, Bennett DA, Suh I, Lam TH, Whitlock G, Barzi F, Woodward M. 2004. Blood glucose and risk of cardiovascular disease in the Asia Pacific region. Asia Pacific Cohort Studies. *Diabetes Care* 27: 2836-2842.
238. Mullarkey CJ, Edelstein D, Brownlee M. 1990. Free radical generation by glycation products: a mechanism for accelerated atherogenesis in diabetes. *Biochem Biophys Res Commun* 173: 932-939.
239. Lee J, Seo KI, Kim MJ, Lee SJ, Park EM, Lee MK. 2012. Chlorogenic acid enhances glucose metabolism and antioxidant system in high-fat diet and streptozotocin-induced diabetic mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 774-781.
240. Jung UJ, Lee MK, Park YB, Jeon SM, Choi MS. 2006. Antihyperglycemic and antioxidant properties of caffeic acid in *db/db* mice. *J Pharmacol Exp Ther* 318: 476-483.

241. Jeon SM, Choi MS. 2010. Comparison of the effects of cyclodextrin-naringin inclusion complex with naringin on lipid metabolism in mice fed a high-fat dit. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 20-29.
242. Chang MW, Jhonson MA. 1980. Effect of garlic on carbohydrate metabolism and lipid synthesis in rats. *J Nutr* 110: 931-936.
243. Shanmugasundaram ER, Gopith KI, Radha SK, Rajendran VM. 1990. Possible regeneration of the islets of Langerhans in streptozotocin-diabetic rats given *Gymnema sylvestere* leaf extract. *J Ethnopharmacol* 30: 265-269.
244. Choi JM, Koo SJ. 2000. Effects of β-glucan from Agaricus blazei Murill on blood glucose and lipid composition in *db./db* mice. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1418-1425.
245. Allen DW, Schrodeder WA, Balog J. 1958. Observation on the chromatographic heterogeneity of normal adult & fetal human hemoglobin. *J Am Chem Soc* 80: 1628-1634.
246. Park KJ, Oh YJ, Lee SY, Kim HS, Ha HC. 2007. Anti-diabetic effect of crude polysaccharides from Grsa in KK-A^y diabetic mouse and 3T3-L1 adipocyte. *Korean J Food Sci Technol* 39: 330~335.
247. Koerner A, Lratzsch J Kiess W. 2005. Adipocytokines: leptin-the classical, resistin-the controversical, adiponectin-the promising, and moreto come. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 19: 525-546.
248. Morton GJ, Gelling RW, Niswender KD, Morrion CD, Rhodes CJ, Schwartz MW. 2005. Leptin regulates insulin sensitivity via phosphatidylinositol-3-OH kinase signaling in mediobasal hypothalamic neurons. *Cell Metabolism* 2: 411-420.
249. Matsumoto N, Ishigaki F, Ishigaki A, Iwashima H, Hara Y. 1992. Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci Biotechnol Biochem* 57: 525-527.
250. Kono Y, Kashine S, Yoneyama T, Sakamoto Y, Matsu Y, Shibata H. 1998. Iron chelation by chlorogenic acid as a natural antioxidant. *Biosci Biotechnol Biochem* 62: 22-27.

251. Jenkins DJA, Gassull MA, Cocher B, Alberti KG. 1977. Decrease in postprandial insulin and glucose concentration by guar and pection. *Ann Intern Med* 86: 20.
252. Miranda PL, Horwitz DL. 1978. High-fiber diets in the treatment of diabetes melitus. *Ann Intern Med* 88: 482.
253. Albrink MJ, Newman T, Davidson PC. 1979. Effect of high and low fiber diets on plasma lipids and insulin. *Am J Clin Nutr* 32: 1486.
254. Koh JB. 1998. Effect of raw soy flour (yellow and black) on serum glucose and lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 313-318.
255. Stancoven A, McGuire DK. 2007. Preventing macrovascular complications in type 2 diabetes mellitus: glucose control and beyond. *Am J Cardiol* 99: 5H-11H.
256. Gerich JE. 2003. Clinical significance, pathogenesis, and management of postprandial hyperglycemia. *Arch Intern Med* 163: 1306-1316.
257. Lee SH, Lim SW, Lee YM, Hur JM, Lee HS, Kim DK. 2010. Anti-diabetic effects of *Triticum aestivum* L, water extracts in *db/db* mice as an animal model of diabetes mellitus type Ⅱ. *Kor J Pharmacogn* 41: 282-288.
258. Kim HS. 2006. The effects of *Saururus chinensis* Baill extract administration on the blood glucose, electrolyte and lipid metabolism in STZ-induced hyperglycemic rats. *Journal of Life Science* 16: 911-918.
259. Reitman 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.
260. Siegel RD, Cuples A, Schaefer EJ, Wilson PWF. 1996. Lipoteins, apolipoproteins, and low-density lipoprotein sizeamong diabetics in the framingham offspring study. *Metabolism* 45: 1267-1272.
261. O'Meara NM, Devery RA, Owens D, Collins PB, Johnson AH, Tomkin GH. 1990. Cholesterol metabolism in alloxan induced diabetic rabbits. *Diabetes* 39: 629-633.

262. Betteridge J. 2001. Dyslipidaemia and diabetes. *Prac Diabetes Intern* 18: 201-207.
263. Reaven JW. 1987. Impact of diabetes on mortality after the first myocardial infarction. The FINMONICA myocardial infarction register study group. *Am J Med* 83: 31-40.
264. Hermansen K. 2001. Beneficial effects of a soy-based dietary supplement on lipid levels and cardiovascular risk markers in type 2 diabetic subjects. *Diabetes Care* 24: 228-233.
265. Miettinen H. 1998. Impact of diabetes on mortality after the first myocardial infarction. The FINMONICA myocardial infarction register study group. *Diabetes Care* 21: 69-75.
266. Roberfroid M. 1993. dietary fiber, inulin and oligofructose: A review comparing their physiological effects. *Cri Rev Food Sci Nutr* 33: 103-148.
267. Lim SS, Lee JH, 1997. A study on the chemical composition and hypocholesterolaemic effect of Aster scaber and Ixeris dentata. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 123-129.

감사의 글

박사학위 논문을 마치며 대학원 생활을 돌이켜 보면 많은 아쉬움과 후회가 남지만, 학문적 뿐만 아니라 인격적으로도 많이 성장하고 성숙해질 수 있었던 소중한 시간이었습니다. 아직도 배울 것이 많고 부족한 저이지만 지금의 결실을 맺기까지 저를 위해 사랑과 격려를 아끼지 않으셨던 많은 분들께 감사의 마음을 전하고자 합니다.

먼저 언제나 저와 함께 하시고 힘들고 지칠 때마다 위로해 주시며 저의 길을 인도해 주시는 하나님의 은혜에 감사드립니다.

학부시절부터 지금까지 한결같은 마음과 아낌없는 격려로 저를 지도해주신 지도 교수님이신 이명렬 교수님께 고개 숙여 깊이 감사드립니다. 단 한 번도 쓴 소리 없이 묵묵히 지켜봐 주시고, 교수님의 따뜻한 애정과 관심으로 힘든 시기에도 꿋꿋이 이겨낼 수 있는 용기를 가질 수 있었습니다. 박사논문을 쓰기까지 고민도 많고 힘든 시간도 있었지만, 교수님의 제자로서 이렇게 박사논문을 마치며 퇴임을 앞두신 교수님께 유종의 미를 거둘 수 있게 해드려 영광스럽게 생각합니다.

부족한 저의 논문을 완성도 높은 논문으로 거듭날 수 있도록 세심한 지도와 아낌없는 조언으로 지도해주신 심사위원님들께 감사드립니다. 위원장을 맡아 명철한 조언과 지도로 더욱 깊은 사고를 할 수 있도록 해주신 장혜춘 교수님, 바쁘신 일정 가운데 먼 곳까지 심사하러 와주시고 세심하게 지도해 주신 광주보건환경연구원의 조배식 박사님과 한경대학교 이현주 교수님, 그리고 학부 때부터 심도 있는 학문적 가르침과 따뜻한 배려로 여기까지 성장할 수 있도록 이끌어 주시고 힘들 때 마다 힘이 되어주신 이재준 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 학부와 대학원 과정까지 큰 열정으로 많은 가르침을 주신 노희경 교수님, 김경수 교수님, 김복희 교수님께도 깊은 감사드리며, 저에겐 낯설었지만 새로운 학문의 길을 알게 해주신 약대 최준식 교수님, 최후균 교수님께도 감사드립니다.

7년간의 실험실 생활 동안 기쁨을 함께하고 슬플 때 위로로 저에게 힘이 되어준 실험실 식구들에게도 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 박사논문을 같이 쓰며 힘들 때 위로해 주시고 인생의 선배님으로서 좋은 말씀도 해주시며 언제나 실험실 식구들을 생각해 주시는 차선숙 선생님, 지금은 옆에 없지만 실험실의 든든한 오빠로 항상 격려해 주고 의지가 됐던 환이오빠, 내 옆에서 힘들 때마다 응원해 주고 늘 자신의 일처럼 걱정해 주는 유정언니, 묵묵히 맡은 일에 최선을 다하는 착한 희경이, 항상 밝고 믿음직스러운 유선이, 마음 따뜻하고 편한 친구 같은 막내 정욱이에게 고마운 마음을 전합니

다. 또한 지금은 사회에 나가 직장생활을 하고 있지만 학부, 대학원 시절 함께 하면서 잘 챙겨주고 늘 따뜻한 응원을 아끼지 않았던 유미언니, 짧은 시간이었지만 같이 정을 나누고 추억을 만들었던 진옥언니와 태만오빠, 그리고 잘 따라주고 힘을 주었던 착한 후배들..미란이, 윤경이, 주희, 민주, 은정이, 미현이, 유진이, 지승이.. 지금의 제가 있기까지 힘이 되어준 마음 따뜻한 우리 실험실 식구들 모두에게 고마운 마음을 전합니다. 지금은 모두 함께하진 못하지만 함께한 소중한 추억들을 간직하며, 모두의 앞날에 무궁한 발전과 행운이 함께 하길 기원합니다.

존재감만으로 큰 힘이 되어 주고 힘들 때마다 응원해 주는 내 친구들.. 수경이, 아영이, 정옥이, 혜리, 진명이, 진리, 진영이, 유선이, 형윤이에게 고마운 마음을 전하며, 평소 잘 챙겨주시고 상담영양사로서의 많은 기회를 주신 정은 선생님께도 감사드립니다. 또한 저에게 관심 가져 주시고 기도해 주시는 성남교회 전도사님들께도 감사드리며, 언제나 날 배려해 주고 큰 힘이 되어주는 제성이에게도 진심으로 고맙다는 말 전하고 싶습니다.

그리고 사랑하는 가족들에게 감사드립니다. 살아계실 적 항상 저를 걱정해 주시던 할머니... 살아계셨다면 박사학위 받는 손녀딸을 보며 기뻐하셨을 텐데... 하늘에서 저를 위해 기도해 주시고 계시리라 믿습니다. 늘 묵묵히 지켜봐주시고 항상 가족을 먼저 생각하시는 아빠, 건강을 우선으로 챙겨주시고 저를 위해 기도해 주시는 엄마, 함께 하지 못해 늘 그립고 고마운 언니, 같이 살면서 티격태격 싸우기도 하지만 애교 많고 언니를 생각해 주는 세리... 한결같이 믿어주고 사랑으로 응원해주는 가족들이 있기에 제가 여기까지 올 수 있었습니다. 앞으로도 자랑스러운 딸이 되도록 더욱 노력하겠습니다. 또한 저를 위해 기도해 주시고 관심 가져 주시는 친지 분들께도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 저를 아껴주시고 사랑해 주신 모든 분들께 진심으로 감사 인사를 드리며, 하나님께서 제게 주신 능력으로 하나님께 영광을 돌릴 수 있도록 더욱 더 최선을 다하며 감사하는 마음으로 살도록 열심히 노력하겠습니다.

2013년 7월

김 아 라

저작물 이용 허락서

학 과	식품의약학과	학 번	20107565	과 정	박사
성 명	한글 : 김 아 라 한문 : 金 아 라 영문 : Kim Ah Ra				
주 소	광주광역시 동구 지산동 458-1번지 명성빌라 407호				
연락처	e-mail : ara214@naver.com				
논문제목	한글 : 건조방법에 따른 모시잎의 이화학적 성분 및 생리활성				
	영문 : Physicochemical Composition and Physiological Activities of Ramie leaf According to Drying Methods				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송・출력을 허락함.

동의여부 : 동의 (○) 반대( )

2013 년 08 월

저작자 : 김 아 라 (인)

조선대학교 총장 귀하