



### 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

2011年 8月

碩士學位論文

뽕잎과 녹차혼합분말이 streptozotocin유발  
당노 쥐의 혈당 강하에 미치는 영향

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

韓 周 喜

뽕잎과 녹차혼합분말이 streptozotocin유발  
당뇨쥐의 혈당 강하에 미치는 영향

Efect of Mixture Contained Mulberry Leaf and Green  
Tea Powder on Blood Glucose-Lowering in Rats with  
Streptozotocin-Induced Diabetes

2011年 8月 25日

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

韓 周 喜

뽕잎과 녹차혼합분말이 streptozotocin유발  
당뇨쥐의 혈당 강하에 미치는 영향

指導教授 李 明 烈

이 論文을 理學 碩士學位申請 論文으로 提出함

2011年 4月

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

韓 周 喜

# 韓周喜의 碩士學位 論文을 認准함

委員長 朝鮮大學校 教授 金福姬 (印)

委員 朝鮮大學校 教授 李在濬 (印)

委員 朝鮮大學校 教授 李明烈 (印)

2011年 5月

朝鮮大學校 大學院

# 목 차

ABSTRACT .....	viii
제1장 서 론 .....	1
제2장 재료 및 방법 .....	5
제1절 실험재료 .....	5
1. 실험재료 .....	5
2. 실험기기 .....	6
제2절 성분분석 .....	7
1. 일반성분 .....	7
2. 구성 아미노산 .....	8
3. 지방산 .....	9
4. 비타민 .....	10
5. 무기질 .....	12
6. 유기산 .....	13
7. 구성당 .....	14
제3절 <i>In vivo</i> 에서 항당뇨효능 실험 .....	15
1. 실험동물의 사육 및 식이 .....	15
2. 실험동물의 처리 .....	18
3. 뇨 중 성분 측정 .....	18
4. 공복혈당의 측정 .....	19
5. 혈청 중 포도당 함량 및 효소 활성 측정 .....	19
6. 혈청 중 인슐린 및 Fructosamine 함량 측정 .....	20
7. 간조직, 신장조직 및 지방조직의 지질 함량 측정 .....	20
8. 통계처리 .....	21

제3장 실험결과 및 고찰 .....	22
제1절 성분분석 .....	22
1. 일반성분 .....	22
3. 구성 아미노산 .....	24
4. 지방산 .....	26
5. 비타민 .....	29
6. 무기질 .....	31
7. 유기산 .....	33
8. 구성당 .....	35
제2절 <i>In vivo</i> 에서 당뇨 억제효능실험 .....	37
1. 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 식수섭취량 .....	37
2. 장기의 무게 및 지방조직 무게 .....	41
3. 뇨 중 성분 분석 .....	47
4. 공복혈당 .....	49
5. 혈청 중 포도당 함량 .....	51
6. 혈청 중 인슐린 농도 .....	53
7. 혈청 중 Fructosamine 농도 .....	55
8. 혈청 중 ALT, AST, ALP 및 LDH 활성 .....	57
9. 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 .....	63
10. 혈청 중 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화지수 및 심혈관위험지수 .....	66
11. 간조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 .....	72
12. 신장조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 .....	75
13. 지방조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 .....	78
 제4장 요약 .....	 87
 참고문헌 .....	 92

# LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of amino acid auto-analyzer .....	8
Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids .....	9
Table 3. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E .....	11
Table 4. Operation conditions of HPLC for vitamin C .....	11
Table 5. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals .....	12
Table 6. Operating conditions of ion chromatography for organic acids .....	13
Table 7. Operating conditions of ion chromatography for free sugars .....	14
Table 8. Experimental design .....	16
Table 9. Composition of experimental diet .....	17
Table 10. Proximate composition of mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	23
Table 11. Contents of total amino acids in mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	25
Table 12. Composition of fatty acids in mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	28
Table 13. Contents of vitamin A, C and E in mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	30
Table 14. Contents of minerals in mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	32
Table 15. Contents of organic acids in mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	34
Table 16. Contents of free sugars in mixture contained mulberry leaf and green tea powder .....	36
Table 17. Body weight and body weight gain in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	39
Table 18. Effect of mixture contained mulberry leaf and green tea powder on food intake, food efficiency ratio(FER) and water	



intake in the STZ-induced diabetic rats .....	40
Table 19. Effect of mixture contained mulberry leaf and green tea powder on organ weights in the STZ-induced diabetic rats .....	43
Table 20. Contents of urine in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	48
Table 21. Triglyceride and total cholesterol contents in the mesenteric, epididymal and retroperitoneal adipose tissues of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	80

# LIST OF FIGURES

Fig. 1. Mesenteric adipose tissue weight of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	44
Fig. 2. Epididymal adipose tissue weight of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	45
Fig. 3. Retroperitoneal adipose tissue weight of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	46
Fig. 4. Change of fasting whole blood glucose concentrations mixture contained mulberry leaf and green tea powder on diet fed experimental diet containing for 4 weeks in the STZ-induced diabetic rats .....	50
Fig. 5. Content of glucose in serum of the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	52
Fig. 6. Concentration of serum insulin in the STZ-induced diabetic rats .....	54
Fig. 7. Concentration of serum fructosamine in the STZ-induced diabetic rat .....	56
Fig. 8. Serum activity of ALT in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	59
Fig. 9. Serum activity of AST in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	60
Fig. 10. Serum activity of ALP in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	61
Fig. 11. Serum activity of LDH in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	62
Fig. 12. Content of triglyceride in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	64
Fig. 13. Content of total cholesterol in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	65
Fig. 14. Content of HDL-cholesterol in the rats fed mixture contained mulberry	

leaf and green tea powder for 4 weeks .....	68
Fig. 15. Content of LDL-cholesterol in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	69
Fig. 16. Atherogenic index of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	70
Fig. 17. Cardiac risk factor of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	71
Fig. 18. Content of triglyceride in the liver of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	73
Fig. 19. Content of total cholesterol in the liver of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	74
Fig. 20. Content of triglyceride in the kidney of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	76
Fig. 21. Content of total cholesterol in the kidney of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	77
Fig. 22. Content of triglyceride in the mesenteric adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	81
Fig. 23. Content of total cholesterol in the mesenteric adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	82
Fig. 24. Content of triglyceride in the epididymal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	83
Fig. 25. Content of total cholesterol in the epididymal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	84
Fig. 26. Content of triglyceride in the retroperitoneal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks .....	

..... 85

Fig. 27. Content of total cholesterol in the retroperitoneal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks  
..... 86

# ABSTRACT

## Effect of Mixture Contained Mulberry Leaf and Green Tea Powder on Blood Glucose-Lowering in Rats with Streptozotocin-Induced Diabetes

by. Han, Ju-hee

Advisor : Prof. Lee, Myung-Yul, Ph.D.

Department of Food and Nutrition,

Graduate School of Chosun University

This study was conducted to investigate the hypoglycemic effects of mulberry leaf, green tea, and mixture contained mulberry leaf and green tea. It was also compared the major chemical component of mulberry leaf, green tea, and mixture contained mulberry leaf and green tea. Green tea in crude protein and crude fat, mulberry leaf in crude ash, dietary fiber and carbohydrate exhibited higher content than the other materials. Composition of amino acid in the three materials were greater in glutamic acid. The major fatty acid was  $\gamma$ -linolenic acid in mulberry leaf and mixture contained mulberry leaf and green tea and palmitic acid in green tea. Vitamin C of Mulberry leaf, mixture contained mulberry leaf and green tea, and green tea were 3.56 mg%, 141.61 mg%, and 317.86 mg%, respectively. However, vitamin A was only detected in green tea. The mineral contents of mulberry leaf and mixture contained mulberry leaf and green tea were greater in order of Ca, K, Mg and Mn. The mineral contents in green tea was greater in order of K, Mg, Ca and Mn. Malic acid was the major organic acid in three materials. Fructose was the major free sugar in three materials. The results of effects of mulberry leaf, green tea and mixture contained mulberry leaf and green tea on blood glucose lowering effect in diabetic rats fed normal diet were as follows; Male

Sprague-Dawley rats weighing 200 g, were divided into the non-diabetic group, and diabetic groups were further subdivided into three experimental groups; diabetic control (STZ), diabetes with 5% mulberry leaf (STZ-M), diabetes with 5% green tea (STZ-G), diabetes with 5% mixture contained mulberry leaf and green tea (STZ-MG). Food intakes, water intakes and organ weights were higher in diabetic groups than normal group. However, body weight gain and food efficiency ratio were lower in diabetic groups. Whole blood glucose concentrations were higher in diabetic groups compared with normal group, but gradually decreased in STZ-M, STZ-G and STZ-MG groups compared with STZ group. ALT and ALP activities in serum were higher in the STZ group, but these increases in relation to diabetes decreased in STZ-M and STZ-MG groups. Glucose and fructosamine contents in serum, triglyceride and total cholesterol in the mesenteric adipose tissue, atherogenic index, and cardiac risk factor were higher in the STZ group, but these increases in relation to diabetes decreased in STZ-M, STZ-G and STZ-MG groups. Contents of insulin and HDL-cholesterol in serum were lower in STZ group, but diabetes increased in STZ-M, STZ-G and STZ-MG groups. These results indicate that the dietary supplementation of mulberry leaf, green tea, and mixture contained mulberry leaf and green tea may help prevent or attenuate the progression of diabetes STZ-induced diabetic rats.

# 제1장 서론

최근 우리나라는 식생활의 서구화로 인해 가공식품과 동물성식품의 섭취 증가와 식물성식품 섭취 감소로 인한 식생활의 변화로 고혈압, 심장병, 동맥경화증 및 당뇨병 등의 만성퇴행성질환의 이환율이 높아지고 있다(1,2). 미국의 경우 만성퇴행성 질환 중 당뇨병은 꾸준히 증가하여 1935년에 비하여 1996년에 765% 증가하였고(3) 우리나라도 2009년 당뇨병으로 인한 사망률은 19.5%로 보고되었다(4). 우리나라와 서구에서 가장 흔한 만성질환 중 하나인 당뇨병은 식이와 관련하여 식사요법이 강조되는 질병(5)으로 인슐린과 글루카곤, 글루코코르티코이드 등 당질의 대사에 관여하는 호르몬 이상이나 비정상적인 작용경로로 고혈당을 특징으로 하는 대사성 질환(6)이다. 인슐린은 말초 조직에서 지방 분해를 억제하고, 혈장 지단백질의 중성지질 제거를 촉진하며, 간에서 중성지질 합성을 촉진한다(7). 당뇨병의 경우 크게 인슐린 의존형 당뇨병(insulin dependent Diabetes Mellitus ; IDDM)인 제1형 당뇨병과 인슐린 비의존형 당뇨병(non-insulin dependent Diabetes Mellitus : NIDDM)인 제 2형 당뇨병으로 나눌 수 있다. 제 1형 당뇨병은 초기에 어느 정도 베타 세포가 남아 있어서 인슐린 합성이 분비되거나 시간경과에 따라 베타 세포의 파괴가 진행되어 인슐린 합성 및 분비가 되지 않게 된다. 제 2형 당뇨병은 인슐린이 어느 정도 분비되지만 인슐린에 대하여 세포가 반응하지 못하여 저항성 증가로 발생한다(8). 하지만 병의 진전에 따라 이상이 생겨 제 2형 당뇨병에서 제 1형과 혼합되는 수도 많다(9).

Streptozotocin은 streptomyces achromogens로부터 유도되며(10) 췌장의 베타 세포를 선택적으로 파괴하여 영구적인 당뇨병을 생성하게 되어 streptozotocin을 투여한 동물은 제 1형 당뇨병 모델로 사용되어왔다(11). 당뇨병의 대표적인 증상으로 다뇨, 다음, 다식, 체중감소, 피로감, 케톤증(8) 등을 들 수 있으며 고혈당의 지속화와 만성화로 혈당 농도의 증가와 함께 당이 뇨로 배설되며 탄수화물, 단백질, 지질대사 및 전해질의 대사 장애를 비롯해 각종 병리증세를 초래한다(9). 당뇨병에 의한 질병 및 대사증후군으로 고지혈증, 고혈압, 동맥경화증(12), 당뇨병 망막증(13), 뇌졸중, 심근경색증, 만성신부전증 및 혈중 triglycerid의 증가, HDL-cholesterol의 감소 등의 지질대사 이상을 들 수 있다(14-16). 당뇨병 환자의 가장 중요한 치료는 혈당조절이라 생각되지만(17,18) 현대 의학의 발달에도 불구하고

고 완치법이 아직까지 개발되지 못하고 있다. 당뇨병 환자들에게 사용되고 있는 치료법으로 운동요법, 식이요법, 약물요법, 인슐린 주사요법 등이 있다. 당뇨병 환자의 경우, 식이 섭취는 매우 중요하며 식이는 탄수화물 55%, 단백질 12~6%, 지방 30% 미만, 그리고 식이섬유는 25~50 g/day(15~25 g/1,000 kcal)로 일반인의 약 2배로 추천하고 있다(19). 항당뇨의 치료인 약물요법은 대부분 부작용이 존재하여 이러한 부작용으로 인해 천연에 존재하는 천연식물을 이용한 약물개발이 각광을 받고 있는 추세이다(20).

민간에서 당뇨병 치료의 목적으로 사용하거나 혈당 강하작용이 기대되는 천연물질 중 잠상물질과 녹차를 이용한 식품이 주목을 받고 있다(21). 잠상물질 가운데 뽕잎은 수천 년간 누에의 먹이공급원이 되어 왔고 가공식품 및 건강보조식품 개발에 대한 연구가 진행되어 오고 있다(22-25). 뽕잎은 뽕나무과(Moraceae)의 뽕나무속(Morus)에 속하는 식물로 열대에서 온대에 이르는 지역에 걸쳐 널리 분포하고 있으며, 낙엽교목 또는 관목으로 가지는 회갈색 또는 회백색이다. 잎은 난상원형 또는 긴 난상타원형으로 3~5개로 갈라져 가장자리에 둔한 톱니가 있고, 끝이 뾰족하며 표면은 거칠거나 평활하며 뒷면의 맥 위에는 잔털이 있다. 우리나라에 주로 분포하는 품종은 산상계, 백상계 및 노상계가 주류를 이루고 있지만, 뽕나무의 품종은 우리나라의 품종을 비롯하여 130여종의 다양한 품종이 알려져 있다(26). 뽕잎은 중국 최고의 약학서인 신농본초경(神農本草經)에 한열(寒熱)을 제거하고 땀을 내는 약물로 등장한다. 그 후 해열, 두통해소, 기침억제, 혈행촉진, 안정, 피로회복 등에 폭넓게 사용되어 왔다. 명나라 때는 당뇨병을 개선한다고 하여 혈당 강하제로 기재되어 있다(27). 뽕잎에 존재하는 일반성분은 50여종의 각종 무기성분이 함유되어 있고 methionine 등 아미노산도 21종이 함유되어 기능성 성분으로 rutin, quercetin, isoquercetin과 같은 플라보노이드가 함유되어 있으며(28-33), flavonoid계의 rutin은 모세혈관 강하작용과 수축작용을 나타내며, 혈압강하물질로 알려진 GABA( $\gamma$ -aminobutyric acid) 성분은 녹차 잎에 비하여 약 10배 이상 함유되어 있는 것으로 밝혀졌다(34-36). 이처럼 혈당 강하성분으로 알려진 1-deoxynojirimycin(DNJ)(37), 혈압강하성분인 GABA(38) 및 항산화성분의 flavonoid 화합물(39)은 뽕잎의 우수한 기능성을 나타내는 대표적인 지표물질로 평가되고 있다. 지금까지 뽕잎의 생리활성에 대한 연구 중  $\alpha$ -glycosidase 활성억제에 의한 혈당 강하효과(40,41), 혈청 중 중성지방과 콜레스테롤 저하작용, 동맥경화증 및 고지혈증 효과 등이 연구되어져 왔으며 생체 내 혈당 강하 및 생리적 기능에 대한 연구가 이루어져 왔다.



녹차는 동백과 동백속에 속하는 차나무(*Camellia sinensis*)의 잎이나 싹을 가공하여 세계적으로 널리 소비되는 음료 중의 하나로서 우리나라를 비롯한 아시아를 중심으로 아프리카, 러시아 등 아열대·온대에 걸쳐 광범위하게 재배된다(44-45). 우리나라의 차류 수요량은 생활수준이 향상되고 건강에 관심이 높아지면서 점차 증가하고 있는 추세이며 차는 잎 자체가 가지고 있는 상쾌한 향과 제조과정 중에 생성되는 독특한 향으로 인해 기호식품의 기능 뿐 만 아니라 체내의 생리활성 작용이 규명되어감에 따라 그 기능적 가치가 재인식 되고 있다(46-48). 가공 및 처리에 따라 크게 녹차(green tea), 홍차(black tea), 우롱차(oolong tea)로 세가지 형태로 구분된다. 그 중 녹차는 발효되지 않은 잎의 형태로 아시아 지역에서 소비된다. 녹차는 고대부터 건강에 유익한 음료로 간주되어 왔고 심혈관계질환에 대한 연구가 활발히 수행되어 왔으며 Raederstorff 등(49)은 녹차의 EGCG(epigallocatechin-3-gallate)가 소화관에서 콜레스테롤 세포의 용해를 방해하여 지질대사에 영향을 미친다고 보고하였으며, EGCG는 녹차에 함유된 대표적 카테킨으로서 비타민 E보다 25배, 비타민 C보다 100배 더 큰 항산화효과를 나타낸다고 한다(50). Wolfram 등(51)은 EGCG를 2형 당뇨병 모델 쥐에 투여하였더니 혈당이 감소된다고 하였다. 이처럼 녹차를 비롯한 다류에 존재하는 폴리페놀성 화합물인 catechin은 혈압 저하, 혈소판 응집 감소, 혈중 및 혈중 콜레스테롤 저하(52), 중금속류 제거 작용(53), 항암작용(54) 등 여러 약리 작용이 보고되어 있으며, Han 등(55)은 녹차, 청자 및 홍차 투여에 의한 당뇨쥐의 실험으로 혈당과 혈장 콜레스테롤 함량을 감소시키며 혈장 지질대사를 부분적으로 개선시키는 효과가 있다고 보고하였다. 차는 동서양에 걸쳐서 오랫동안 성인병 예방 및 치료에 관하여 관심과 연구의 대상이다. 특히, 녹차는 다양한 생리활성을 나타내는 여러 종류의 폴리페놀류의 화합물을 녹차 무게(dry weight)당 30%에 해당하는 catechin이 다량 함유되어(56) 항산화 뿐만 아니라 비만을 비롯한 각종 성인병에 대한 연구가 이루어져 있으며 시중에 판매되고 있는 가루녹차의 경우 차 잎을 그대로 섭취할 수 있어 물에 녹지 않는 비타민 A, 토코페롤, 섬유질 등 차가 지닌 유효성분에 대한 효율성이 일반 녹차에 비하여 높으며 이와 같은 용도로 이용하기 위해 가루녹차의 생업을 증체식 공정으로 가공하여 만든 후 미세하게 분말화하여 사용되어지고 있다(57).

최근 다류의 소비 급증함에 따라 국내·외적으로 다류의 생리활성 성분을 원료로 사용하려는 시도가 많이 이루어지고 있으며(58-61) 그에 따른 기능성 식품에 대한 가공 및 개발이 이루어지는 추세이다.

따라서 본 연구는 당뇨에 대한 효과가 보고된 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차를 동량 섞은 혼합물에 대하여 비교하고 이들의 생리활성 기능과 일반성분 및 영양성분 분석을 통해 기능성 식품으로의 영양적 가치를 평가하며, 항당뇨 효능 검증을 위하여 streptozotocin으로 당뇨를 유발한 쥐의 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 식이로 4주간 공급하여 혈당 강하 효과에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 실시하였다.

## 제2장 재료 및 방법

### 제1절 실험재료

#### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 빵잎과 녹차는 2010년 6월 (주)인투푸드에서 구입하여 동결 건조하고 분쇄하여 분말로 제조한 후  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동보관하여 시료로 사용하였다. 빵잎과 녹차의 혼합물은 동결 건조한 빵잎과 녹차를 동량 혼합하여 제조하였다. 각 시험 항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

## 2. 실험기기

- 가. Centrifuge : Combi-514R, Hanil, Inchun, Korea
- 나. Spectrophotometer : Shimadzu UV-1601PC, Shimadzu, Kyoto, Japan
- 다. Deep freezer : MDF-U52V, Sanyo, Osaka, Japan
- 라. Freeze dryer : ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea
- 마. Elemental analyzer : EA-1110, Thermo Quest, SPA, Italia
- 바. Rotary evaporater : CCA- 1110, Buchi, Tokyo, Japan
- 사. Amino acid analyzer : S433-H, Eresing, Sykam, Germany
- 아. Gas chromatography : GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan
- 자. HPLC : LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan
- 차. Ion chromatography : DX-600, Dionex, CA, USA
- 타. Clinical chemistry analyzer : Fuji Dry-Chem 3500, Fujifilm, Tokyo, Japan
- 카. Atomic absorption spectrometer : AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan
- 파. Urine analyzer : Uriscan Pro II, Youngdoug, Youngin, Korea
- 하. Accu-chek : , Roche, IL ,Germany

## 제2절 성분분석

### 1. 일반성분

빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차 혼합물의 일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C.)방법(62)에 따라 수분 함량은 105℃ 건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 550℃ 회화법으로 분석하였고, 조단백질은 원소분석기(EA-1110, SPA, Italia)를 이용하여 전질소량을 정량하고 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질로 하였으며, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분의 값을 제한 값으로 하였다.

## 2. 구성 아미노산

구성 아미노산의 분석은 시료 0.5 g을 18 mL test tube에 칭량하여 6 N HCl 3 mL를 가하여 감압 밀봉한 후 120°C로 setting된 heating block에 24시간 이상 동안 가수분해 시켰다. 가수분해가 끝난 시료는 50°C에서 rotary evaporater(CCA-1110, Tokyo, Japan)로 산을 제거한 후 Sodium loading buffer로 10 mL 정용한 다음, 이 중 1 mL를 취하여 membrane filter 0.2  $\mu$ m로 여과시켜 Table 1과 같이 아미노산 자동분석기(S433-H, Eresing, Germany)로 정량분석하였다.

Table 1. Operating conditions of amino acid auto-analyzer

Instrument	S433-H(Sykam)
Column	Cation separation column(LCA K06/Na)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	57 ~ 74°C
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

지방산 분석은 A.O.A.C.방법(62)에 준하여 시료 2 g을 ether로 추출·여과하여 감압농축한 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하고 1N-KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞어 유지방울이 없어질 때까지 교반시킨 다음 여과 후 30분간 방치한 후 상층을 제거하고 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 가하여 탈수한 다음 rotary vacuum evaporator(CCA- 1110, Tokyo, Japan)로 감압·농축하였다. 지방 100 mg을 toluene 5 mL에 용해하고 Wungaarden의 방법(63)에 따라 BF<sub>3</sub>-Methanol로 메칠화하여 gas chromatography(GC-17A, Kyoto, 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 <sup>TM</sup> -2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness)
Oven temp.	120°C
Detector	FID detector
Analytic time	80 min/L sample

## 4. 비타민

비타민 A와 비타민 E 분석은 식품공전법(64)의 시험방법을 기준으로 수행하였다. 시료 2 g에 ascorbic acid 0.1 g과 ethanol 10 mL를 첨가하여 균질화한 후 80°C에서 20분간 추출한 다음 50% KOH용액을 0.25 mL 첨가하고 증류수 3mL와 hexane 5mL를 가하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 시킨 다음 잔사에 hexane 5 mL를 가하여 균질화한 후 80°C에서 20분간 추출시켜 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상정액을 분리 후 hexane 40 mL를 가하고 원심분리하여 상정액을 분리한 다음 증류수를 가하여 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후 전 용액을 합하여 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수하고 rotary vacuum evaporator(CCA-1110, Tokyo, Japan)로 hexane을 감압·농축한 후, HPLC(LC-10AVP, Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 Table 3와 같다. 비타민 C 함량은 각 추출물을 0.2 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(LC-10AVP, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 4와 같다. 표준곡선은 L(+)-ascorbic acid(Shinyo Pure Chemicals Co., LTD., Osaka, Japan)를 표준시약으로 사용하여 최종 농도가 25, 50, 75, 100 ppm이 되도록 표준곡선을 작성하여 계산하였다.



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

Item	Condition
Instrument	LC-10AVP(Shimadzu, Japan)
Column	Shim-pack GLC-ODS(M) 25 cm
Eluent	acetonitrile : isopropanol = 95 : 5
Flow rate	1 mL/min
Inj. volume	20 $\mu$ L
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	Young-Rin Associates
Column	$\mu$ Bondapak C <sub>18</sub> (3.9 $\times$ 300 mm)
Mobile phase	0.1% phosphoric acid on water
Detector	UV 210 nm
Flow rate	0.6 mL/min

## 5. 무기질

무기질 분석은 A.O.A.C.방법(62)에 따라 정량하였다. 시료 0.5 g, 20% HNO<sub>3</sub> 10 mL 및 60% HClO<sub>4</sub> 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 후 0.5 M HNO<sub>3</sub>으로 50 mL를 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합 후 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고, 0.5 M HNO<sub>3</sub>을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계 (AA-6501GS, Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 Table 5과 같다.

**Table 5. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals**

Item	Condition							
Instrument	AA-6501GS(Shimadzu)							
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 <sub>2</sub>	BGC-D <sub>2</sub>	Non-BGC	BGC-D <sub>2</sub>	BGC-D <sub>2</sub>	BGC-D <sub>2</sub>	Non-BGC	BGC-D <sub>2</sub>
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

유기산 분석은 A.O.A.C.방법(62)에 따라 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 4시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator(CCA- 1110, Tokyo, Japan)로 감압·농축한 후 증류수로 10 mL로 정용하여 ion chromatography(DX-600, CA, 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	IonPac AS11-HS Analytical, 4-mm
Guard	Ionpac AG11-HS Guard, 4-mm
ELUENT	EGC-KOH Cartridge-38 mM KOH
Flow rate	1.0 mL/min
Inj. volume	20 $\mu$ L
Detection	ED50 Conductivity

## 7. 구성당

구성당 분석은 Gancedo 방법(65)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating mantle에서 75°C로 5시간 가열한 다음 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator(CCA- 1110, Tokyo, Japan)에서 감압·농축 후 10 mL로 정용하여 ion chromatography(DX-600, CA, 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
Guard	CarboPac TM-PA10
Eluent	18mM NaOH
Flow rate	1.0 mL/min
Inj. volume	20 $\mu$ L
Detection	ED50 Intergrated Amperometry

## 제 3절 In vivo에서 당뇨효능 실험

### 1. 실험동물의 사육 및 식이

실험동물은 Sprague Dawley계 4주령 음성 흰쥐 40마리를 중앙실험동물(주)에서 구입하여 조선대학교 실험동물센터에서 대사케이지에 한 마리씩 1주일 동안 고품 배합사료(삼양사료)와 물로 적응시킨 후 평균체중 135~140 g인 것을 난피법에 따라 각 처리구당 8마리씩 4주간 사육하였다. 당뇨유발의 방법으로는 신선한 0.5 M citrate buffer (pH 4.5)에 streptozotocin(STZ, S0130, Sigma Co.) 50 mg/kg B.W.을 용해하여 평균 체중 약 200 g인 수컷 쥐의 대퇴부 근육에 1회 주사하여 실험적으로 당뇨를 유발하였고, 정상군은 동량의 0.5 M citrate buffer를 주사하였다. 당뇨유발의 확인은 대퇴부 근육에 주사하여 주사 4일 후 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당측정기(Accu-chek, Roche, Germany)로 12시간 절식시켜 혈당량이 300 mg/dL 이상인 동물을 당뇨가 유발된 것으로 간주하여 실험에 사용하였다. 실험군은 Table 10과 같이 정상군(N), 당뇨대조군(STZ), 5% 뽕잎 분말 첨가 당뇨군(STZ-M), 5% 녹차 분말 첨가 당뇨군(STZ-G), 2.5% 뽕잎과 2.5% 녹차혼합분말 첨가 당뇨군(STZ-MG)으로 나누어 실시하였다. 실험에 사용된 식이는 AIN-93(66)을 기준으로 Table 8과 같이 조제하였고, 뽕잎, 녹차 및뽕잎과 녹차혼합물 첨가량은 식이 무게의 5%로 하여 첨가하였다. 본 실험에서는 물과 식이는 제한 없이 공급하였고 사육실 온도는  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지하였으며 조명은 12시간 주기(08:00~20:00)로 조절하였다. 최종 체중에서 실험개시 전의 체중을 감하여 실험개시 전의 체중으로 나누어 체중증가율로 표시하였고, 사육기간의 체중증가량을 동일 기간의 식이섭취량으로 나누어 각 실험군의 식이효율(FER)을 구하였다. 음료 섭취량은 매일 측정하여 급여량과 잔여량의 차이로 계산하였다.

**Table 8. Experimental design**

<b>Groups</b>	<b>Diet composition</b>
<b>N<sup>1)</sup></b>	Normal diet
<b>STZ</b>	Normal diet + Streptozotocin
<b>STZ-M</b>	Normal diet + Streptozotocin + 5% of mulberry leaf powder
<b>STZ-G</b>	Normal diet + Streptozotocin + 5% of green tea powder
<b>STZ-MG</b>	Normal diet + Streptozotocin + 5% Combination of mulberry leaf and green tea powder

<sup>1)</sup> Modified AIN-93 diet(66)

**Table 9. Composition of experimental diet**

	(g/kg)			
	Control	M <sup>2)</sup>	MG <sup>3)</sup>	G <sup>4)</sup>
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
L-cystine	0.3	0.3	0.3	0.3
Sucrose	23.2	23.2	23.2	23.2
Corn starch	41.7486	36.7486	36.7486	36.7486
Cellulose	3.0	3.0	3.0	3.0
Soybean oil	7.0	7.0	7.0	7.0
Choline bitartrate	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral Mix <sup>5)</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix <sup>6)</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
t-Butylhydroquinone	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
Mulberry leaf powder		5		
Combination of mulberry leaf and green tea powder			5	
Green tea powder				5

<sup>1)</sup> Modified AIN-93 diet(66)

<sup>2)</sup> Mulberry leaf

<sup>3)</sup> Combination of mulberry leaf and green tea

<sup>4)</sup> Green tea

<sup>5),6)</sup> AIN-93-MX mineral mixture and AIN-93-VX vitamin mixture(66)

## 2. 실험동물의 처리

실험동물은 사양시험 종료 후 12시간 절식시킨 후 CO<sub>2</sub>로 가볍게 마취한 다음 단 두 절단하여 혈액을 채취하였고 1,150 ×g에서 20분간 원심분리 시킨 후 혈청을 분리하여 혈청 지질 함량 및 효소 활성 측정용 시료로 사용하였다. 그리고 장기 및 지방조직을 적출하여 0.9% 생리식염수로 남아 있는 혈액 및 기타 부착물질을 제거하고 여지로 수분을 제거한 후 중량을 측정한 다음 -70℃의 deep freezer에 보관하였다.

## 3. 뇨 중 성분 측정

뇨 중 적혈구, bilirubin, urobilinogen, ketone, protein, nitrite, 포도당, pH, 비중 및 leukocyte를 측정하기 위하여 실험종료 3일전에 대사케이지에 받아들인 소변을 취하여 측정용 strip(Urinosan, Youngin, Korea)을 이용하여 Urine analyzer(Uriscan Pro II, Youngin, Korea)를 사용하여 측정하였다.



#### 4. 공복혈당의 측정

실험 식이에 들어가기 전 당뇨유발 확인을 위하여 측정된 다음, 전 실험기간 4주동안 매주마다 1주 간격으로 측정하였다. 혈당은 12시간 절식 후 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당 측정기(Accu-check, Roche, Germany)를 이용하여 혈당을 측정하였다.

#### 5. 혈청 효소 활성, 포도당 및 지질 함량 측정

혈청 중 alanine aminotransferase(ALT), aspartate aminotransferase(AST), alkaline phosphatase(ALP), lactate dehydrogenase(LDH) 활성 및 포도당의 함량과 중성지방(TG), 총콜레스테롤(TC) 및 HDL-콜레스테롤 함량은 혈액생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3500, Fujifilm, Japan)를 사용하여 측정하였다. LDL-콜레스테롤 함량은 Friedwald식 {총콜레스테롤 - (HDL-콜레스테롤 - 중성지방/5)}(67)에 의하여 계산하였다. HDL-콜레스테롤의 총콜레스테롤에 대한 비율은 HDL-콜레스테롤을 총콜레스테롤로 나누어 계산하였다. 심혈관계질환의 위험도 판정에 이용되는 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 {(총콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤)/HDL-콜레스테롤}(68)에 의하여 구하였으며, 심혈관위험지수(cardiac risk factor, CRF)(68)는 총콜레스테롤을 HDL-콜레스테롤로 나누어 구하였다.

## 6. 혈청 중 인슐린 및 Fuctosamine 함량 측정

혈청 인슐린농도는 rat insulin ELISA kit (Crystal Chem. Inc., TL, USA)를 사용하여 정량하였고, 혈청 fructosamine 함량은 Johnson(69)의 방법에 따라 ketoamine에 의해 nitrobluetetrazolium(NBT)이 환원되는 정도를 측정하였으며, 흡광도로 나타내었다.

## 7. 간조직, 신장조직 및 지방조직의 지질 함량 측정

간조직과 신장조직의 중성지방과 총콜레스테롤 함량 분석을 위하여 먼저 Folch 방법(70)에 의하여 간조직과 신장조직에서 총지질을 추출하였다. 적출한 간조직, 신장조직 중 0.1 g을 칭량하여 6 mL  $\text{CHCl}_3$ -MeOH(2 : 1, v/v)을 첨가하여 냉장상태에서 3일간 방치한 후  $\text{H}_2\text{O}$ 를 첨가하고 1,150 ×g에서 20분간 원심분리 시킨 후 지질층인 하층부를 취한 다음 총콜레스테롤과 중성지방 함량 분석을 위하여 사용하였다. 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak의 방법(71)에 의하여 측정하였으며, 중성지방함량은 Biggs 등(72)의 방법으로 측정하였다. 적출한 장간막지방조직, 부고환지방조직 및 등지방조직의 총콜레스테롤과 중성지방 함량도 같은 방법으로 측정하였다.

## 8. 통계처리

본 실험에서 얻어진 통계분석 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용해서 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후  $p < 0.05$  수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정하였다.

## 제3장 실험결과 및 고찰

### 제1절 성분분석

#### 1. 일반성분

본 실험에서 사용한 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 일반성분 함량은 Table 10과 같다. 빵잎의 일반성분은 건량 기준(dry basis)으로 수분 함량 7.49%, 조단백질 17.69%, 조지방 5.03%, 조회분 11.22%, 식이섬유소 37.64%, 탄수화물 20.93%였고, 녹차의 경우 수분 함량 3.13%, 조단백질 22.66%, 조지방 8.45%, 조회분 5.20%, 식이섬유소 34.85%, 탄수화물 25.71%였다. 빵잎과 녹차의 혼합물의 경우 수분 함량 6.42%, 조단백질 20.29%, 조지방 4.98%, 조회분 11.00%, 식이섬유소 37.01%, 탄수화물 20.30%였다. 조회분, 식이섬유의 함량은 빵잎 및 빵잎과 녹차혼합물이 비슷하였으나 녹차에 비하여 높았고 조단백, 조지방, 탄수화물의 함량은 녹차가 빵잎, 빵잎과 녹차혼합물에 비하여 높았다. 빵잎과 빵잎발효차의 성분을 건량 기준으로 분석한 Ye와 Bae(73)의 실험결과는 본 실험에서 사용한 빵잎이 탄수화물 함량은 낮았으나 나머지 성분 함량은 비슷하였다. 빵잎발효차의 탄수화물 함량은 빵잎과 빵잎, 녹차혼합분말에 비하여 탄수화물 함량이 높았으나 나머지 함량의 차이는 미미하였다. 녹차의 경우 Choi 등(74)의 발효정도에 따른 녹차, 반발효차, 홍차의 분석 결과 본 실험의 녹차의 조지방의 함량은 높았으나 조단백질 함량은 낮았으며, Park 등(75)과는 유사한 경향을 보였다. 각 성분들과의 차이는 차의 수확시기, 품종 비료재배의 유무 등에 따라 차이가 있다고 알려져 있다(48,75).

본 실험의 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 식이섬유소 함량은 각각 37.64%, 37.01% 및 34.85%로 식이섬유소가 풍부한 것으로 알려진 양배추(77)의 20.73%와 비교시 본 연구에서 사용한 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 식이섬유소가 더 많이 함유되었다. 전곡류, 식이섬유소, 마그네슘의 섭취량(19)과 당뇨병의 유병율과 음의 상관성이 있었다고 보고되어졌는데 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 식이가 당뇨병의 개선효과에 긍정적인 영향을 줄 것으로 사료된다.

**Table 10. Proximate composition of mulberry leaf and green tea**

(% dry basis)

Items	M <sup>1)</sup>	G <sup>2)</sup>	MG <sup>3)</sup>
Moisture	7.49	3.13	6.42
Crude protein	17.69	22.66	20.29
Crude fat	5.03	8.45	4.98
Crude ash	11.22	5.20	11.00
Dietary fiber	37.64	34.85	37.01
Carbohydrate <sup>4)</sup>	20.93	25.71	20.30

<sup>1)</sup> Mulberry leaf

<sup>2)</sup> Green tea

<sup>3)</sup> Combination of mulberry leaf and green tea

<sup>4)</sup> Carbohydrate = 100 - (Moisture + Crude protein + Crude fat + Crude ash + Dietary fiber).

## 2. 구성 아미노산

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 구성 아미노산 함량은 Table 11과 같다. 총 17종의 구성 아미노산이 검출되었으며 총 구성 아미노산 함량은 뽕잎 13,346.22 mg%, 녹차 15,575.66 mg%, 뽕잎과 녹차혼합물 13,557.40 mg%로 녹차, 뽕잎과 녹차혼합물 및 뽕잎 순으로 나타났다. 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 구성 아미노산은 glutamic acid 함량이 각각 1,730.41 mg%, 2,370.90 mg%, 1,754.91 mg%로 나타나 녹차 내 함량이 가장 높았다. 구성 아미노산의 조성을 살펴보면 녹차는 glutamic acid, aspartic acid, arginine, leucine, lysine 순으로 나타났으며, 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, alanine, lysine의 순으로 나타났다. 구성아미노산 중 필수아미노산의 함량은 뽕잎 7,742.20 mg%, 녹차 9,161.04 mg%, 뽕잎과 녹차혼합물 7,773.63 mg%이었다. 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 뽕잎, 녹차, 뽕잎과 녹차혼합물이 각각 58.00%, 58.80%, 57.30%로 높은 비율을 나타냈다.

뽕잎과 뽕잎발효차의 성분을 분석한 연구(73)에 의하면 glutamic acid의 함량이 적은 경향을 보였으나, 이는 발효정도에 따른 Chung 등(77)의 이화학적 성분 연구 결과 발효정도에 따라 glutamic acid 함량이 감소하는 것과 유사한 경향이었다. 녹차의 경우 Choi 등(74)의 연구에 비하여 높은 경향이 있지만 고급 녹차일수록 glutamic acid 함량이 많으며, 채엽시기가 늦어질수록 아미노산 함량이 감소되는 것으로 보고된다(78).

차의 아미노산은 맛과 향 뿐만 아니라 품질과도 관계가 있다. 감칠맛을 내는 아미노산인 glutamic acid, aspartic acid, 단맛을 내는 alanine, glycine, serine, threonine, 쓴맛을 내는 arginine, histidine, leucine, methionine, phenylalanine, tryptophan, valine이 관여하는 것으로 보고(79,80)되어 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 구성아미노산도 이들 성분이 풍부하기 때문에 관능검사에도 영향을 끼칠 것으로 사료되며 풍부한 필수 아미노산으로 인해 영양학적인 면에서도 기대되어진다.

**Table 11. Contents of total amino acids in mixture contained mulberry leaf and green tea powder**

Amino acid	M <sup>1)</sup>		G		MG	
	mg%	%	mg%	%	mg%	%
<b>Essential</b>						
Threonine	674.05	5.00	737.44	4.70	678.92	5.00
Valine	826.17	6.10	872.32	5.60	835.45	6.10
Methionine	103.58	0.70	276.95	1.70	158.42	1.10
Isoleucine	623.68	4.60	662.82	4.20	655.17	4.80
Leucine	1,250.55	9.30	1,350.69	8.60	1,276.88	9.40
Phenylalanine	773.36	5.70	829.54	5.30	796.07	5.80
Histidine	451.48	3.30	621.22	3.90	460.86	3.30
Lysine	901.15	6.70	1,063.64	6.80	922.00	6.80
<b>Non-essential</b>						
Aspartic acid	1,628.11	12.10	1,520.37	9.70	1,625.63	11.90
Serine	708.34	5.30	790.27	5.00	713.49	5.20
Glutamic acid	1,730.41	12.90	2,370.90	15.20	1,754.91	12.90
Proline	804.57	6.00	741.62	4.70	801.66	5.90
Glycine	792.92	5.90	856.59	5.40	794.00	5.80
Alanine	944.64	7.00	878.23	5.60	944.71	6.90
Cystine	69.19	0.50	64.15	0.40	59.69	0.40
Tyrosine	329.84	2.40	482.40	3.00	334.26	2.40
Arginine	734.18	5.50	1,456.51	9.30	745.28	5.40
Total AA <sup>2)</sup>	13,346.22		15,575.66		13,557.40	
Total EAA <sup>3)</sup>	7,742.20		9,161.04		7,773.63	
EAA/AA(%)	58.00		58.80		57.30	

<sup>1)</sup> See the legend of table 10

<sup>2)</sup> Total AA: Total amino acid.

<sup>3)</sup> Total EAA: Total essential amino acid.

### 3. 지방산

콩잎, 녹차 및 콩잎과 녹차혼합물의 지방산 조성은 Table 12와 같다. 총 18종의 지방산이 검출되었으며 지방산 중 포화지방산은 palmitic acid가 콩잎, 녹차 및 콩잎과 녹차혼합물에 각각 25.96%, 28.78% 및 25.85%로 가장 많이 함유하고 있었다. 콩잎은 stearic acid 3.28%, arachidonic acid 1.38%, heptadecanoic acid 0.69% 순으로 검출되었고, 녹차의 경우 arachidonic acid 8.56%, stearic acid 5.38%, heptadecanoic acid 0.18% 순으로 검출되었다. 콩잎과 녹차혼합물은 stearic acid 5.05%, heptadecanoic acid 0.69%, arachidonic acid 5.34% 순으로 검출되었다. 불포화 지방산은 콩잎 및 콩잎과 녹차혼합물의 경우  $\gamma$ -linolenic acid가 각각 51.25%, 30.52%로 가장 높았으며, 녹차의 경우 linolenic acid의 함량이 20.28%로 가장 높았다. 건조 콩잎에 대한 Lim 등(81)의 연구에 의하면 포화지방산이 불포화지방산보다 더 높은 함량이 검출되어 상이하게 나타났다. 본 연구와 상이한 결과를 보였으나 Ye와 Bae(73)의 콩잎의 경우 불포화지방산의 함량이 포화지방산 보다 높아 본 연구와 유사한 경향이였다. 또한 녹차 종류에 따른 지방산 조성비를 분석한 결과(82) linolenic acid의 함량이 가장 높게 나타났으며, linoleic acid, palmitic acid 순으로 나타나 비슷하였다. 이러한 성분의 차이에 대한 이유는 선행연구가 없어 규명하기 어려우나 차의 가공 및 보관상태의 차이에 의한 것으로 생각된다.

감마지방산이란 오메가 6( $n-6$ ) 계열의 모지방산인 리놀레산(linoleic acid, 18:2 $n-6$ )으로부터 합성되는 중간대사물로서 감마리놀렌산 (GLA, gamma linolenic acid, 18:3 $n-6$ )과 디호모감마리놀렌산(DGLA, dihomo-gamma linolenic acid, 20:3 $n-6$ )을 말하며(83), 감마리놀렌산(GLA,  $\gamma$ -linolenic acid, 18:3 $n-6$ , 18:3 $\Delta$ 6,9,12)은 필수지방산의 하나다(84,85). 감마지방산을 공급해주면 여성의 생리통 격감, 습진 등의 피부질환 방지, 노화지연으로 인한 화장품 사용 여성들의 피부보호, 혈액지질대사 개선에 의한 심혈관계질환(심근경색, 동맥경화증), 뇌혈관질환(뇌졸중) 예방, 고혈압 예방, 면역강화, 비만 예방효과 그리고 폐경기 여성의 골다공증 예방효과들이 밝혀지고 있다(86).

따라서 본 실험의 콩잎, 녹차 및 콩잎과 녹차혼합물의 경우 불포화지방산이  $\gamma$ -linolenic acid를 포함한 15종의 불포화지방산이 검출되면서 당뇨로 인한 심혈관계질환 및 합병증 개선 효과가 기대되지만 저장 및 가공처리 시 불포화지방산의



산패에 유의해야할 것으로 사료된다.

**Table 12. Compositions of fatty acids of mixture contained mulberry leaf and green tea powder**

Fatty acid	M <sup>1)</sup>	G	MG
<b>Saturates</b>			
Palmitic acid (C16:0)	25.96	28.78	25.85
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.69	0.18	0.69
Stearic acid (C18:0)	3.28	5.38	5.05
Arachidic acid (C20:0)	1.38	8.56	5.34
<b>Monoenes</b>			
Palmitoleic acid (C16:1)	1.38	3.64	1.93
cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1)	0.22	0.00	0.22
Elaidic acid (C18:1n9t)	1.61	9.73	3.03
Oleic acid (C18:1n9c)	0.32	0.00	0.46
cis-11-Eicosenoic acid(C20:1)	2.34	0.00	2.48
Erucic acid (C22:1n9)	0.89	0.00	0.98
<b>Polyenes</b>			
Linolelaidic acid (C18:2n6t)	0.87	0.00	0.42
Linoleic acid (C18:2n6c)	0.23	8.38	5.49
cis-11,14-Eicosadienoic acid(C20:2)	0.29	0.00	0.23
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	6.16	11.54	4.98
γ-Linolenic acid (C18:3n6)	51.25	0.00	30.52
Linolenic acid (C18:3n3)	0.93	20.28	10.19
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	1.11	3.53	1.67
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	1.11	0.00	0.47
Total	100.00	100.00	100.00
SFA <sup>2)</sup>	31.31	42.90	36.92
PUFA <sup>3)</sup>	61.94	43.73	53.98
PUFA/SFA	1.98	1.02	1.46

<sup>1)</sup> See the legend of table 10

<sup>2)</sup> SFA: Saturated fatty acids.

<sup>3)</sup> PUFA: Polyunsaturated fatty acids.

## 4. 비타민

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 비타민 A, E 및 C의 함량을 분석한 결과는 Table 13과 같다. 녹차의 비타민 A, E 및 C의 함량이 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물에 비하여 높았다. 비타민 E의 함량은 뽕잎 2.62 mg%, 녹차 6.19 mg% 및 뽕잎과 녹차혼합물 2.66 mg% 였으며, 비타민 C의 함량은 뽕잎 3.56 mg%, 녹차 317.86 mg%, 로 검출되었다.

뽕잎차의 생리활성 및 이화학적 특성에 관한 Lim(81)등의 보고에서 건조한 뽕잎의 비타민 C 함량이 높았으며, 국내산 발효차의 경우 녹차 및 홍차의 비타민 C 함량이 각각 670 mg%, 113.06 mg%(77)인 것과 비교하면 본 연구에서 사용한 비타민 C의 함량이 아주 적은 것으로 나타났다. 비타민 C의 함량은 환경요인 및 저장 방법에 따라 차이가 난 것으로 생각된다.

당뇨병은 지속되는 고혈당으로 인해 산화적 스트레스(oxidative stress)가 증가하여, 적절한 혈당조절이 시행되지 않을 경우 인체 내 여러 가지 활성산소종이 증가되는데 본 실험의 재료인 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물은 항산화 비타민으로 알려진 비타민 A와 E를 함유하고 있어 산화적 스트레스를 완화시켜줄 것으로 사료된다.

Table 13. Contents of vitamin A, E and C in Mixture contained  
Mulberry leaf and green tea powder

(mg%)

Vitamin	M <sup>1)</sup>	MG	G
A	N.D. <sup>2)</sup>	N.D. <sup>2)</sup>	5.75
E	2.62	2.66	6.19
C	3.56	141.61	317.86

<sup>1)</sup> See the legend of table 10

<sup>2)</sup> N.D. : Not Detected

## 5. 무기질

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 무기질 함량은 Table 14와 같다. 총 8종의 무기질 성분이 검출되었으며, Ca의 함량은 뽕잎 228 mg%, 녹차 161 mg% 및 뽕잎과 녹차혼합물 194.20 mg%로 검출되었으며, 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물에서 가장 많이 검출되었다. 녹차의 경우 K의 함량이 1,199.40 mg%로 가장 많이 검출되었다. 뽕잎, 뽕잎과 녹차혼합물의 경우 K, Mg, Mn, Fe 순이었으며, 녹차의 경우 Mg, Ca, Mn, Na 순으로 검출되었다.

뽕잎과 뽕잎발효차의 연구(73)에서 무기질 함량 중 K이 가장 높았으며, 뽕잎차가 뽕잎발효차에 비하여 K이 더 들어 있는 것으로 보고하였고 Mg, Ca 순으로 검출되었다. 장흥지역의 야생차인 청태전과 녹차의 성분분석에 대한 Park 등(87)의 연구 결과 K과 Mg의 함량이 녹차가 청태전에 비하여 많이 검출되었으며, Ca, Mn 순으로 검출되었다. 이와 같이 무기질 성분이 다른 것은 토양 및 환경에 따라 다른 차이가 나타나는 것으로 생각되어진다. 식이의 Ca과 Mg의 섭취량은 당뇨병의 유병율과 음의 상관성을 보고(88)하였으며, 식이에 첨가하여 섭취할 경우 음용하여 섭취하는 것보다 긍정적인 영향을 줄 것이라고 사료된다.

Table 14. Contents of minerals in mixture contained mulberry leaf and green tea powder

(mg%)

Mineral	M <sup>1)</sup>	G	MG
Ca	228.00	161.86	194.20
Fe	1.79	6.75	1.61
K	174.00	1,199.40	169.20
Mg	45.60	175.80	45.20
Mn	2.34	123.61	2.70
Cu	0.04	0.85	0.04
Na	0.37	9.19	0.40
Zn	0.42	2.01	0.42

<sup>1)</sup> See the legend of table 10

## 6. 유기산

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 유기산 함량은 Table 15와 같다. 총 6종의 유기산이 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물 검출되었으며, 녹차의 경우 총 4종의 유기산이 검출되었다. 유기산 중 malic acid 함량이 뽕잎 32,239.43 mg/L, 녹차 10,136.20 mg/L, 뽕잎과 녹차혼합물 33,379.14 mg/L로 가장 많았고 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물은 acetic acid, citric acid 순으로 검출되었으며, 녹차는 acetic acid, tartaric acid, citric acid 순으로 검출되었다.

녹차에 대한 Choi 등(74)의 연구에 의하면 유기산은 citric acid, malic acid, succinic acid 등 3개의 유기산이 검출되었고 malic acid의 함량이 가장 높았으며, 발효를 많이 시킨 차일수록 citric acid와 malic acid의 함량이 증가하고 succinic acid의 함량이 감소하는 경향이였다. 또한 반발효차인 우롱차에 대한 Park 등(89)의 보고에서는 fumaric acid, citric acid, malic acid, maleic acid, oxalic acid, succinic acid 순으로 총 6종 검출되었으며, 이는 차 잎의 종류에 따라 유기산의 조성 및 가공에 대한 차이로 사료된다.

Table 15. Contents of organic acids in mixture contained mulberry leaf and green tea powder

(mg/L)

Organic Acid	M <sup>1)</sup>	G	MG
Acetic acid	11,624.18	6,459.36	12,406.54
Malic acid	32,239.43	10,136.20	33,379.14
Tartaric acid	2,958.34	1,736.32	3,048.54
Maleic acid	2,648.07	N.D. <sup>2)</sup>	3,033.47
Oxalic acid	6,513.67	N.D. <sup>2)</sup>	6,731.52
Citric acid	7,054.48	2,179.40	7,207.48

<sup>1)</sup> See the legend of table 10

<sup>2)</sup> Not Detected



## 7. 구성당

빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 구성당 함량은 Table 16과 같다. 총 7종의 구성당이 검출되었다. 구성당 중 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 fructose 함량이 각각 7,847.63 mg/L, 2,277.62 mg/L, 9,058.01 mg/L로 빵잎 및 빵잎과 녹차혼합물에서 가장 많이 검출되었으며, 녹차는 glucose 함량이 4,318.10 mg/L로 가장 많이 검출되었다. 빵잎 및 빵잎과 녹차혼합물은 mannose, glucose, ribose 순으로 검출되었으며, 녹차는 fructose , galactose 607.92 mg/L순으로 검출되었다.

빵잎에 대한 Ye와 Bae(73)의 연구 의하면 maltose의 함량이 가장 높았으며 fructose, sucrose, glucose 등의 순으로 검출되었다. 녹차 및 각 발효차에 대한 Choi 등(74)의 연구에 의하면 유리당 중 glucose, sucrose, fructose 순으로 나타났다.

**Table 16. Contents of free sugars in mixture contained mulberry leaf and green tea powder**

(mg/L)

<b>Free sugar</b>	<b>M<sup>1)</sup></b>	<b>MG</b>	<b>G</b>
Fucose	9.54	10.50	N.D. <sup>2)</sup>
Rhamnose	5.77	17.01	N.D. <sup>2)</sup>
Galactose	165.93	249.05	607.92
Glucose	3,582.00	5,199.44	4,318.10
Mannose	5,297.40	5,873.81	N.D. <sup>2)</sup>
Fructose	7,847.63	9,058.01	2,277.62
Ribose	649.17	441.70	N.D. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> See the legend of table 10

<sup>2)</sup> Not Detected

## 제2절 *In vivo*에서 당뇨 억제 효능

### 1. 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 식수섭취량

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 달리하여 4주간 급여한 실험동물의 체중증가량과 식이섭취량, 식이효율 및 물 섭취량을 측정된 결과는 Table 17, 18과 같다. 실험동물의 체중증가량을 관찰한 결과는 Table 17과 같이 정상군(N)에 비하여 당뇨대조군(STZ)에서 유의적으로 낮은 체중 증가량을 보였으며 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)과 비슷한 경향을 보였다. 이는 당뇨에 의해서 체지방 및 체단백을 분해하는 퇴행적 대사에 기인한 것으로 생각된다(90).

식이섭취량은 Table 18과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 식이 섭취량이 증가됨을 관찰하였다. 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 식이섭취량이 각각 유의적으로 감소되는 경향을 보였지만 정상군(N)에 비하여 높은 식이섭취량을 나타내었다. 이러한 현상은 당뇨의 주된 3가지 증상 중 하나인 다식(多食) 현상으로, 혈중 포도당 함량은 높으나 이를 세포 내에서 이용하지 못하여 에너지 부족 현상을 초래하며 이로 인해 식이섭취량이 증가하는 것으로 알려져 있다(91,92).

식이효율은 Table 18과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)의  $0.16 \pm 0.02$ 에 비하여 유의하게 감소하였고, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)과 당뇨대조군(STZ)이 비슷한 경향을 보였다.

수분섭취량은 Table 18과 같다. STZ에 의해 유발된 당뇨쥐에서는 정상쥐에 비하여 수분섭취량이 4~7배 이상 증가한다고 보고되었는데(93,94) 정상적인 혈당대사를 하는 경우, 신장에서 걸리지는 포도당을 어느 정도의 혈당 농도까지는 재흡수 되지만, 일정 수준 이상 혈당이 높아지면 포도당의 일부가 재흡수 되지 못하여 소변으로 배출되고 빠져 나간다. 이때 포도당은 체내 수분을 같이 끌고 가기 때문에 소변량이 증가(95,96)하며, 체내에 수분량은 감소하여 수분섭취량은 증가하게 된다.

당뇨대조군(STZ)은 정상군(N)에 비하여 수분섭취량이 유의하게 증가하였고, 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 감소하였다. 본 실험에서 당뇨의 대표적인 현상인 다음, 다식 현상(97)이 완화됨을 볼 수 있다.

Table 17. Body weight and body weight gain in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Initial body wt. (g)	Final body wt. (g)	Gained body wt. (g/day)
N	203.88±5.38 <sup>2)NS3)</sup>	332.13±4.94 <sup>a4)</sup>	4.58±0.55 <sup>a</sup>
STZ	196.00±6.26	241.50±5.70 <sup>b</sup>	1.62±0.37 <sup>b</sup>
STZ-M	196.75±5.66	251.13±6.03 <sup>b</sup>	1.94±0.48 <sup>b</sup>
STZ-G	195.00±5.10	247.75±7.18 <sup>b</sup>	1.88±0.62 <sup>b</sup>
STZ-MG	194.00±5.27	262.00±4.10 <sup>b</sup>	2.43±0.39 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 10.

<sup>2)</sup>Values are mean ± S. E. of 8 rats per each group.

<sup>3)</sup>NS : not significantly different among groups.

<sup>4)</sup>Values with different superscript in the same row significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test.

**Table 18. Effect of mixture contained mulberry leaf and green tea powder on food intake, food efficiency ratio(FER) and water intake in the STZ-induced diabetic rats**

<b>Groups<sup>1)</sup></b>	<b>Food intake (g/day)</b>	<b>FER</b>	<b>water intake (mL/day)</b>
N	29.49±0.37 <sup>2)c</sup>	0.16±0.02 <sup>3)a</sup>	38.25±0.59 <sup>c</sup>
STZ	39.22±0.83 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	151.13±2.51 <sup>a</sup>
STZ-M	32.49±0.63 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	106.88±2.97 <sup>b</sup>
STZ-G	32.67±0.69 <sup>b</sup>	0.06±0.06 <sup>b</sup>	109.25±2.74 <sup>a</sup>
STZ-MG	31.84±0.63 <sup>b</sup>	0.07±0.04 <sup>b</sup>	101.13±3.07 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 10.

<sup>2)</sup>Values are mean ± S. E of 8 rats per each group.

<sup>3)</sup>Values with different superscript in the same row significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test.

## 2. 장기의 무게 및 지방조직 무게

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이로 4주간 사육한 당뇨쥐의 체중 100 g 당의 장기 중량 및 지방조직의 무게는 Table 22와 Fig. 4~6과 같다. 간 무게는 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적인 증가를 보였고, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하는 경향이었지만 유의적인 차이는 없었다. 간의 비대화는 간의 염증정도를 반영하는 AST와 간조직의 비대화와 조직의 상태를 나타낸 ALT 활성의 증가로 당뇨쥐의 간질환이나 조직의 변화로 인해 간의 무게가 증가(98)되어진 것으로 보고되었다.

췌장, 비장, 신장 및 심장의 무게도 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적인 증가를 보였으며 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 정상군(STZ)에 비하여 증가하였으나 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으며 특히 췌장과 비장의 경우 뽕잎, 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였다. 췌장의 무게는 정상 압쥐에 발효홍차를 급여한 Koh 등(99)의 실험에서 정상수준을 유지하였지만 본 실험에서 췌장의 무게 증가는 당뇨병으로 인한 생리적 변화와 조직학적 변화로 인해 증가되었다고 생각되어진다. 신장의 비대현상은 당뇨병 초기에 신사구체 여과율의 증가와 더불어 신장의 크기 및 용적이 증가하는 병태적 특징(100,101)과 유사하며 당뇨쥐의 신장 비대는 당뇨 유발 수일 내에 시작된다는 보고(102)와 일치한다. STZ는 췌장 내  $\beta$ -세포를 선택적으로 파괴함으로써 insulin의 합성이 저하되며 이로 인한 당 대사의 불균형, 체지방의 과잉 분해 및 체단백의 지속적인 소실(103)이 나타난다.

장간막지방조직, 부고환지방조직 및 등지방조직의 무게를 측정된 결과 장간막지방조직의 무게는 Fig. 4와 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였다. 뽕잎, 녹차를 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G)도 정상군(STZ)에 비하여 감소하였으나 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의차는 없었지만 증가하였고 뽕

앞과 녹차혼합물 당뇨군(STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 41.04%로 유의하게 증가하였다. 부고환지방조직의 무게는 Fig 5와 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였다. 빵잎, 녹차를 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G)도 정상군(STZ)에 비하여 감소하였으나 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의차는 없었지만 증가하였고 빵잎과 녹차혼합물 당뇨군(STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 31.32%로 유의하게 감소하였다. 등지방조직의 무게는 Fig. 6과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였다. 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 정상군(STZ)에 비하여 감소하였으나 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의차는 없었지만 증가하였다.

본 실험에서 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 식이가 간을 비롯한 신장, 비장, 심장 등의 무게에 미치는 영향을 조사함으로써 STZ에 의한 insulin의 합성 저하로 인한 체지방의 과잉 분해와 당대사의 불균형과 면역 기능의 저하(104)로 인한 간장, 췌장, 비장, 및 심장 등의 비대화현상(105,106)이 다소 완화됨을 볼 수 있었다.



Table 19. Effect of mixture contained mulberry leaf and green tea powder on organ weights in the STZ-induced diabetic rats

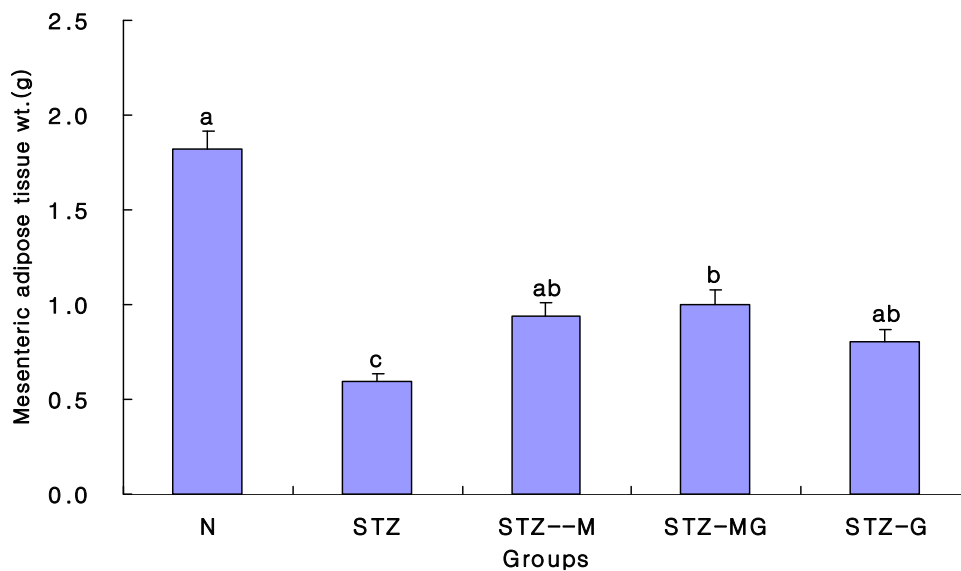
(g/100 g bw)

Groups <sup>1)</sup>	Liver	Pancreas	Spleen	Kidney	Heart
N	2.99±0.11 <sup>2)b</sup>	0.17±0.02 <sup>3)c</sup>	0.15±0.01 <sup>c</sup>	0.68±0.02 <sup>b</sup>	0.26±0.01 <sup>c</sup>
STZ	5.13±0.38 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>a</sup>	0.35±0.03 <sup>a</sup>	1.28±0.10 <sup>a</sup>	0.63±0.08 <sup>a</sup>
STZ-M	4.34±0.33 <sup>a</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>	0.22±0.01 <sup>b</sup>	1.20±0.08 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>bc</sup>
STZ-G	4.48±0.40 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>ab</sup>	0.24±0.02 <sup>b</sup>	1.18±0.09 <sup>a</sup>	0.47±0.05 <sup>ab</sup>
STZ-MG	4.10±0.33 <sup>ab</sup>	0.27±0.03 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>b</sup>	1.02±0.07 <sup>a</sup>	0.35±0.02 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Abbreviation : See the legend of Table 10.

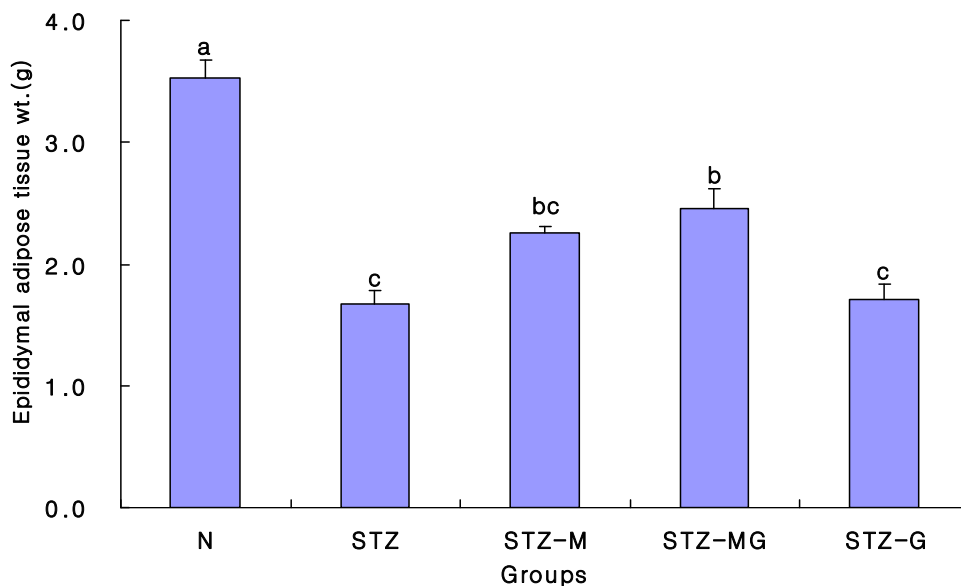
<sup>2)</sup>Values are mean ± S. E of 8 rats per each group.

<sup>3)</sup>Values with different superscript in the same row significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test.



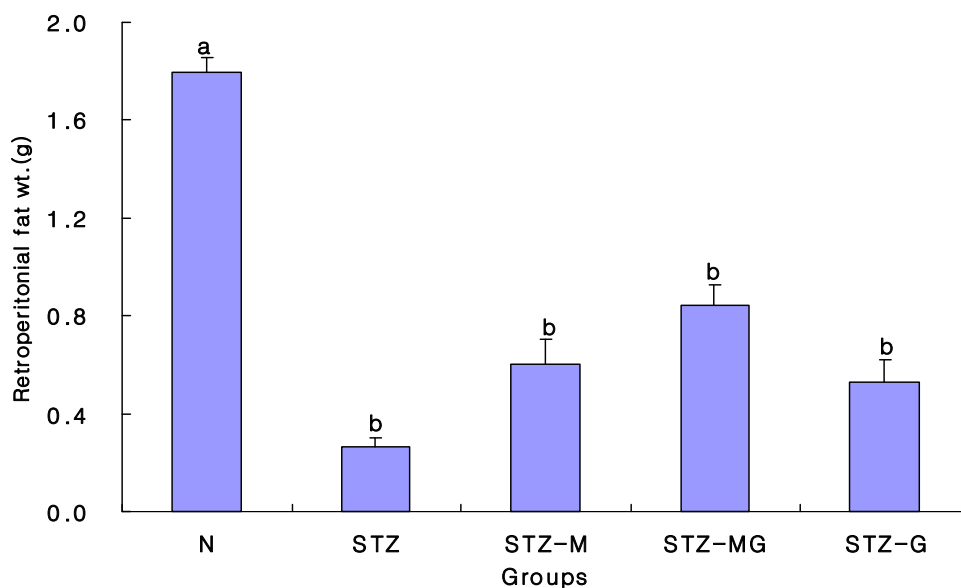
**Fig. 1. Mesenteric adipose tissue weight of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



**Fig. 2. Epididymal adipose tissue weight of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



**Fig. 3. Retroperitoneal adipose tissue weight of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

### 3. 뇨 중 성분 분석

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 섭취시킨 후 실험종료 3일전 대사케이지에 받은 소변을 분석하였다. 요 검사는 스트립의 색상 변화를 감지하여 당을 측정 할 수 있으며, 손쉽게 측정이 가능하다는 장점이 있고 임산부, 비뇨기 환자, 당뇨 환자와 같이 신체의 건강상태를 지속적으로 관찰해야하는 경우 유용하게 사용될 수 있는 항목이다(107). 잠혈(occult blood), 빌리루빈(bilirubin), 우로빌리노젠(urobilinogen), 케톤체(ketones), 단백질(protein), 아질산염(nitrite), 포도당(glucose), 혈중수소농도(pH), 비중(specific gravity), 백혈구(leukocytes) 등의 총 10항목을 검사하였는데 pH와 glucose 함량을 제외한 나머지 성분들을 음성반응을 나타내었으며, 각 시험부분의 농도에 따른 표시 값을 나타낸 것은 Table 20과 같다. 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 pH 8.0에 비하여 pH 5.0에 약산성의 상태를 나타내었고, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 pH 7.0으로 pH 값이 증가하였고, 뇨 중 glucose 함량의 경우 당뇨대조군(STZ)이 1500~2000 mg/dL를 나타내었고 정상군의 경우 음성값을 나타내었으며, 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 376~750 mg/dL를 나타낸 것을 볼 수 있었다. Kim(37)등은 뽕잎에는 DNJ와  $\alpha$ -glucosidase를 함유하여 혈당강하 및 항당뇨에 대한 효과를 보고한 바 있으며, 녹차의 경우 monomeric polyphenols(108-111) 함량이 많고 카페인성분이 유독성분이나 노폐물의 배출 작용 및 이뇨작용을 한다고 보고(112)한 바가 있다. 이러한 기능성 성분으로 인해 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)의 pH와 glucose함량이 개선되었던 것으로 사료된다.

Table 20. Contents of urine in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

	N	STZ	STZ-M	STZ-MG	STZ-G
Blood	-	-	-	-	-
(RBC/ $\mu$ L)	(0~4)	(0~4)	(0~4)	(0~4)	(0~4)
Bilirubin	-	-	-	-	-
(mg/dL)	(0~0.4)	(0~0.4)	(0~0.4)	(0~0.4)	(0~0.4)
Urobilinogen	nor <sup>1)</sup>	nor	nor	nor	nor
(mg/dL)					
Ketones	-	-	-	-	-
(mg/dL)	(0~4)	(0~4)	(0~4)	(0~4)	(0~4)
Protein	-	-	-	-	-
(mg/dL)	(0~29)	(0~29)	(0~29)	(0~29)	(0~29)
Nitrite	-	-	-	-	-
(mg/dL)	(0~0.04)	(0~0.04)	(0~0.04)	(0~0.04)	(0~0.04)
Glucose	-	++++	++	++	++
(mg/dL)	(0~49)	(1500~2000)	(376~750)	(376~750)	(376~750)
pH	8.0	5.0	7.0	7.0	7.0
	(7.8~8.2)	(>5.2)	(6.8~7.2)	(6.8~7.2)	(6.8~7.2)
Specific gravity	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010
Leukocytes	-	-	-	-	-
(WBC/ $\mu$ L)	(0~9)	(0~9)	(0~9)	(0~9)	(0~9)

<sup>1)</sup>nor : Normal ( $\pm$ )

#### 4. 공복혈당의 측정

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 섭취시킨 후 실험 개시일 부터 4주간 1주 간격으로 혈당치를 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. 혈당은 정상군(N)에서 107~120 mg/dL 범위를 유지하였으며, 당뇨유발군(STZ, STZ-M, STZ-G, STZ-MG)의 경우 실험식이 직전에는 368~378 mg/dL을 나타내었다. 당뇨대조군(STZ)에 서는 시간이 지남에 따라 혈당치가 증가하였으며, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 2주째부터 혈당치가 유의하게 감소하여 당뇨대조군(STZ)과 차이를 보이기 시작하였다. 4주째는 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 29~38%의 혈당이 감소하였으며, 이는 Yoo 등(113)의 용천뽕과 개량뽕을 교배한 YK-209뽕잎으로 당뇨를 유발한 연구에서 22~25% 혈당 감소치보다 다소 높은 감소율을 보이며 장기적으로 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 식이로 섭취하였을 때 혈당 수준이 더 개선될 것으로 기대되어진다.

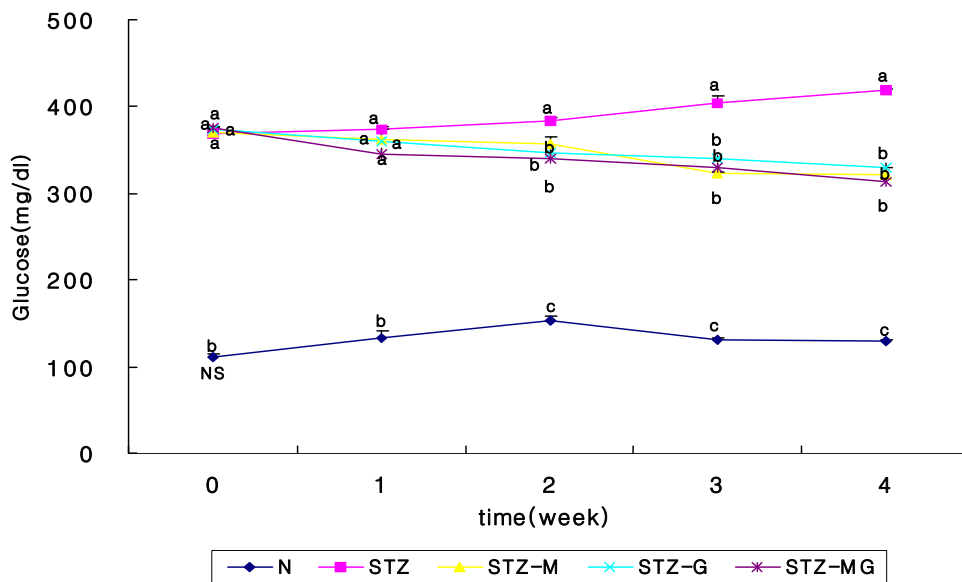


Fig. 4. Change of fasting whole blood glucose concentrations mixture contained mulberry leaf and green tea powder on diet fed experimental diet containing for 4 weeks in the STZ-induced diabetic rats.

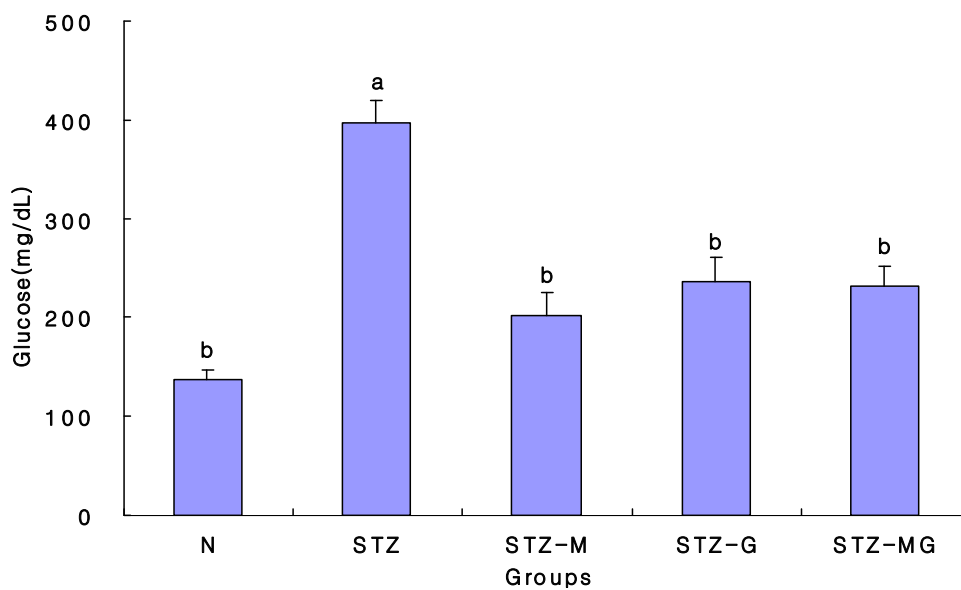
Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



## 5. 혈청 중 포도당 함량

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 혈청 중 포도당 함량을 측정한 결과는 Fig. 8과 같다. 정상군(N)의 포도당 함량은  $137.25 \pm 9.43$  mg/dL로 당뇨대조군(STZ)의  $397.13 \pm 12.35$  비하여 유의적으로 감소하였고, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)의 비하여 각각 49%, 42%, 41% 로 유의하게 감소하였으며, 이는 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타내었다. 당뇨실험동물의 혈당이 증가하는 것은 STZ 투여로 체내에 생성된 nitric oxide ( $\text{NO} \cdot$ )가 superoxide anion ( $\text{O}_2 \cdot^-$ )과 반응하여 peroxynitrite ( $\text{ONOO}^-$ )를 생성하였기 때문이며, peroxynitrite는  $\beta$ -세포를 파괴하여 인슐린 결핍을 초래하고 포도당에 대한  $\beta$ -세포의 예민도를 저하시키는 역할을 한다(114).

본 연구에서 혈당 강하효과는 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물(115-117)가  $\beta$ -세포를 자극하여 인슐린 분비량을 증가시키거나 말초조직의 포도당 대사 개선 때문으로 생각되어지며 항당뇨에 대한 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 사료된다.



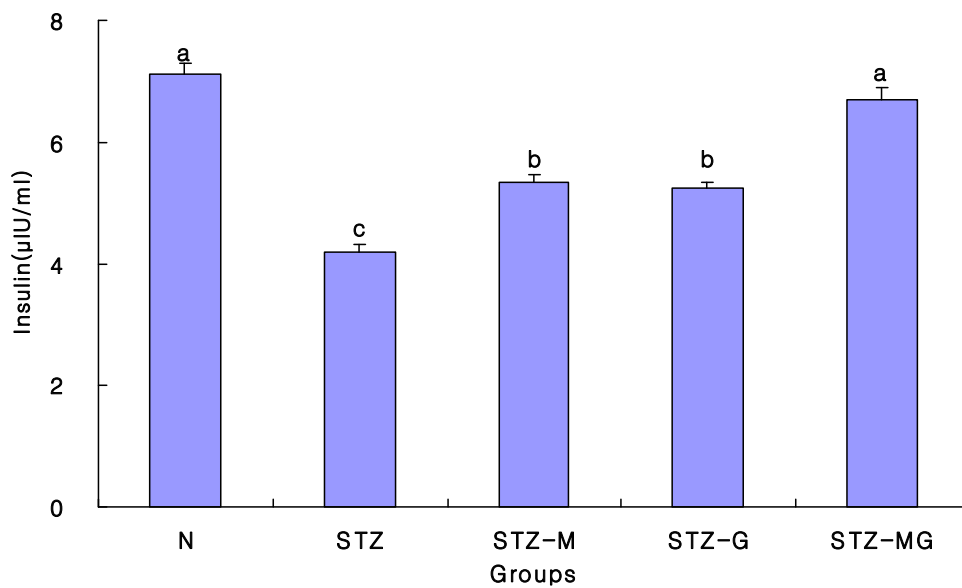
**Fig. 5. Content of glucose in serum of the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

## 6. 혈청 중 인슐린 농도

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 혈청 중 인슐린 측정 결과는 Fig. 6과 같다. 혈청 중 인슐린 농도는 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였으며 뽕잎, 녹차를 첨가한 당뇨대조군(STZ-M, STZ-G)에서는 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의적으로 감소하였다. 특히 뽕잎과 녹차혼합물은 당뇨대조군(STZ)의 비하여 37.22%로 유의하게 감소하였고, 이는 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타냈다. Kasono 등(118)에 의하면, STZ으로 췌장의  $\beta$ -세포를 파괴하여 형성되는 I형 당뇨에서는 항당뇨 효과가 있는 약물을 빠른 시간 내에 투여할수록 인슐린 함량이 증가하였다.

본 연구에서 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨대조군들(STZ-M, STZ-MG, STZ-G)의 인슐린 농도 증가는 STZ이 췌장 내 Langerhans' islet의  $\beta$ -세포의 파괴를 완화하거나 파괴된  $\beta$ -세포를 회복시킨 것으로 사료되며, 이에 따른 세부적인 연구의 필요가 있다고 생각된다.



**Fig. 6. Concentration of serum insulin in the STZ-induced diabetic rats**

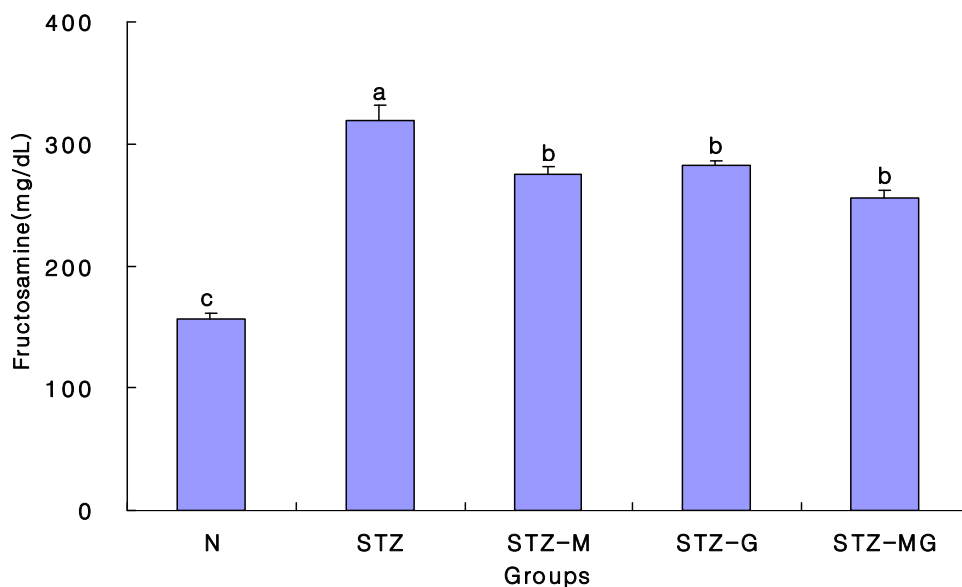
Abbreviations: See the legend of Table 10. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

## 7. 혈청 중 fructosamine 농도

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 fructosamine 함량 변화는 Fig. 7과 같다. 혈청 fructosamine의 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 50.93%의 높은 수치를 나타내었다. 당뇨대조군(STZ)에서 증가한 fructosamine 농도는 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨대조군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)에 의해 각각 13.81%, 19.95%, 16.67% 로 유의하게 감소하였다. 꾸지뽕잎차를 첨가 한 식이가 STZ 당뇨쥐의 fructosamine 함량을 측정 한 Park 등(119)의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

Fructosamine은 당뇨병 환자의 혈당조절 지표가 되는 검사항목으로 최근 1~3주의 혈당 조절정도를 반영하는 지표로 사용되며, 혈청 단백질이 포도당과 결합한 것으로 혈청 단백질의 반감기가 약 17일이므로 fructosamine치는 과거 17일간의 혈당 조절 능력을 반영하는 것이다. Fructosamine은 정상치가 205~285  $\mu\text{mol/L}$  이며, 외부 조건에 의해 일시적으로 큰 혈당 변동에는 영향을 받지 않아 당뇨병의 장기적인 치료의 조절 지표로 아주 유용하게 이용되고 있다(120,121).

본 실험의 혈청 fructosamine을 측정하였을 때 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨대조군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)에서 감소하는 효과가 있어 항당뇨 효과에 기인된 것으로 사료된다.



**Fig. 7. Concentration of serum fructosamine in the STZ-induced diabetic rats**

Abbreviations: See the legend of Table 10. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

## 8. 혈청 중 ALT, AST, ALP 및 LDH 활성

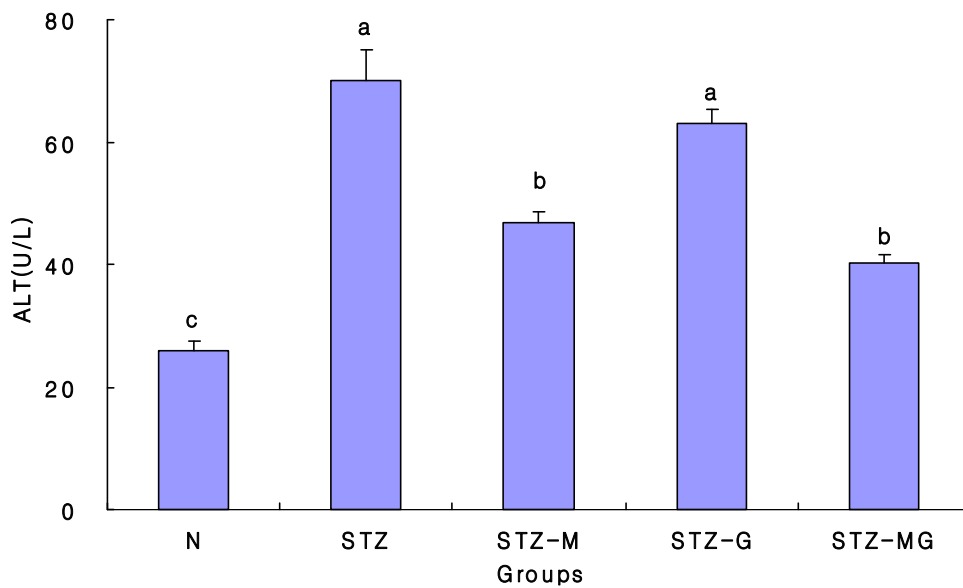
뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여 시 당뇨쥐의 혈청 중 ALT, AST, ALP 및 LDH 활성은 Fig. 8~11과 같다. 혈청 중 ALT 활성은 Fig. 8과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 62.93% 유의한 증가를 보였다. 뽕잎, 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 33.15%, 42.43%의 유의한 감소를 보였으며, 녹차 첨가 당뇨대조군(STZ-G)에서는 당뇨대조군(STZ)에 비하여 10.17% 감소하였지만 유의차는 없었고 당뇨대조군(STZ-G)과 비슷한 경향을 나타내었다. 혈청 중 AST 활성은 Fig. 9와 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)의  $84.25 \pm 10.25$  U/L에 비하여 유의한 증가를 보였다. 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G)은 각각  $136.13 \pm 3.49$  U/L와  $140.12 \pm 3.07$  U/L로 당뇨대조군(STZ)과 유의적인 차이를 보이지 않았으나 감소하였고 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군(STZ-MG)은  $130.50 \pm 2.66$  U/L를 나타내며 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의적으로 감소하였다. 혈청 중 ALP 활성은 Fig. 10과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가 하였으며 뽕잎, 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 44.48%, 49.05%로 유의하게 감소하였으나, 녹차 첨가 당뇨대조군(STZ-G)에서는 당뇨대조군(STZ)에 비하여 16.43%로 감소하였지만 유의차는 없었고 당뇨대조군(STZ-G)과 비슷한 경향을 나타내었다. 혈청 LDH 활성은 Fig. 11과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가 하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 비슷한 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 당뇨쥐의 간질환으로 AST 및 ALT의 활성이 증가한 것으로 사료된다.

혈청 중 AST 및 ALT는 간세포 손상 시 세포외로 유출되어 혈중 농도가 증가하므로 간 손상의 지표로 이용되며(122), LDH는 체내 혐기적 해당계의 최종단계에서 산화, 환원 반응에 관여하는 효소로 급성간염, 초기간염, 심근경색, 악성빈혈, 백혈병 등에서 현저하게 상승하는 효소이다(123,124). Han 등(55)의 당뇨쥐의 녹차, 청차 및 홍차 투여 연구에서 ALT 활성이 차를 투여하였을 때 녹차, 청차 및 홍차의 모든 실험군에서 유의적 저하되었다고 하였다.

본 연구는 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이로 혈청 중 ALT 및 AST활

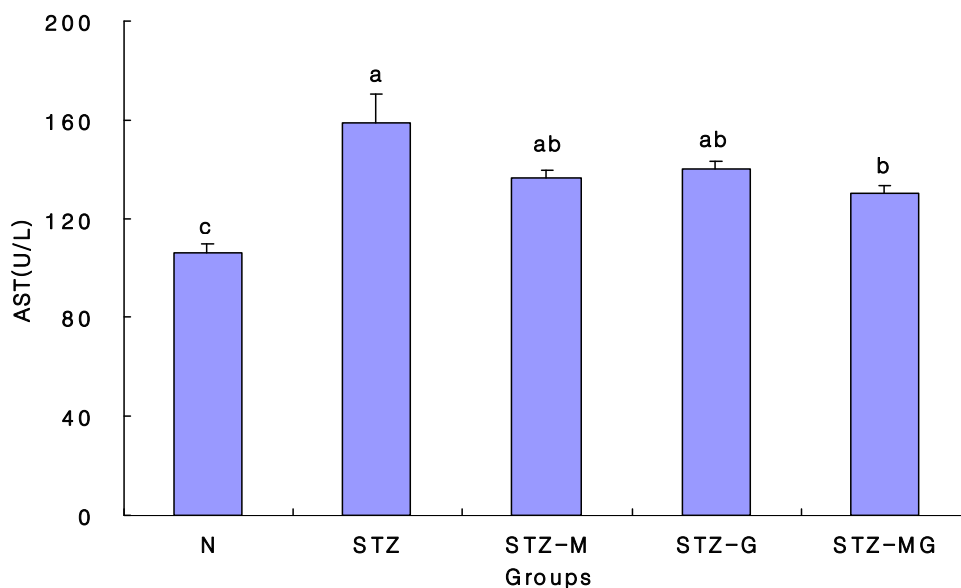
성이 당뇨대조군에 비하여 감소하는 것으로 보아 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물이 당뇨병으로 인한 간의 지질대사를 개선시키고 간 기능 회복 및 유지에 긍정적인 효과가 기대된다.





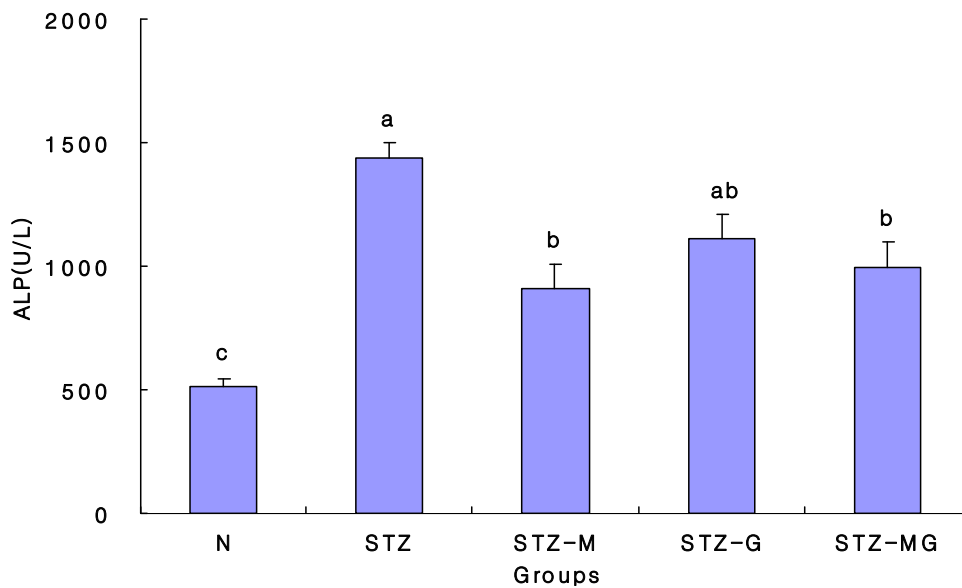
**Fig. 8. Serum activity of ALT in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



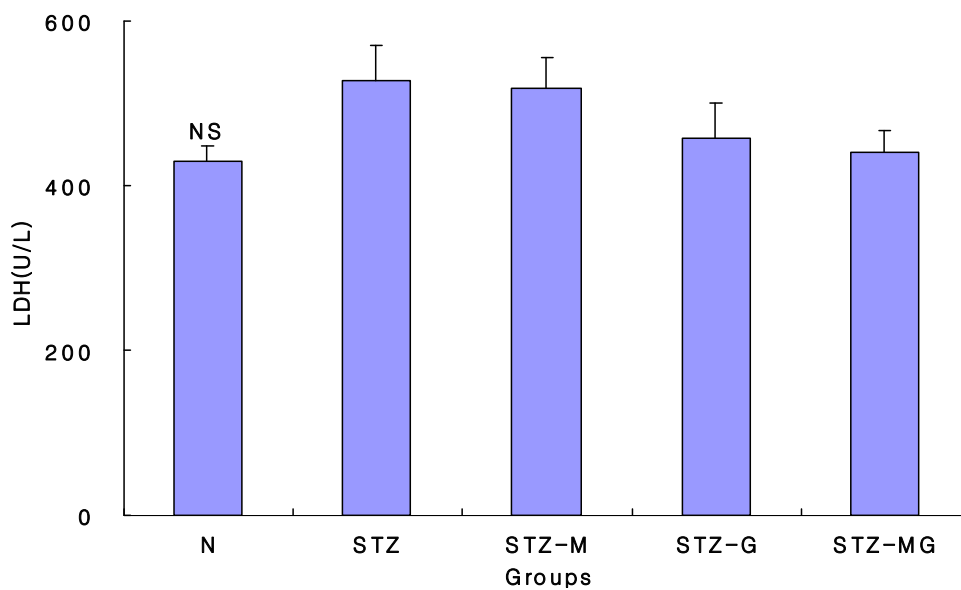
**Fig. 9. Serum activity of AST in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



**Fig. 10. Serum activity of ALP in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



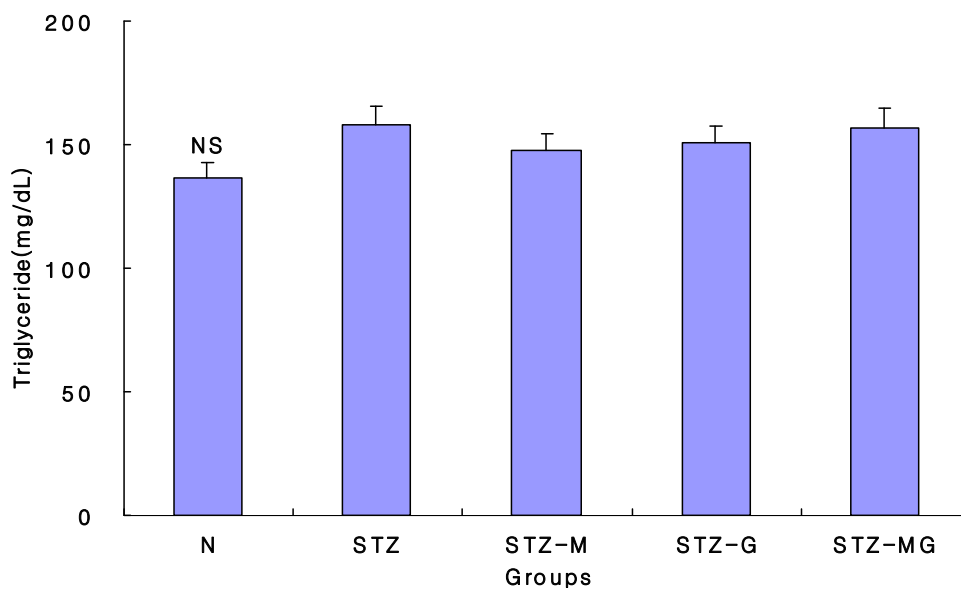
**Fig. 11. Serum activity of LDH in the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.

## 9. 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

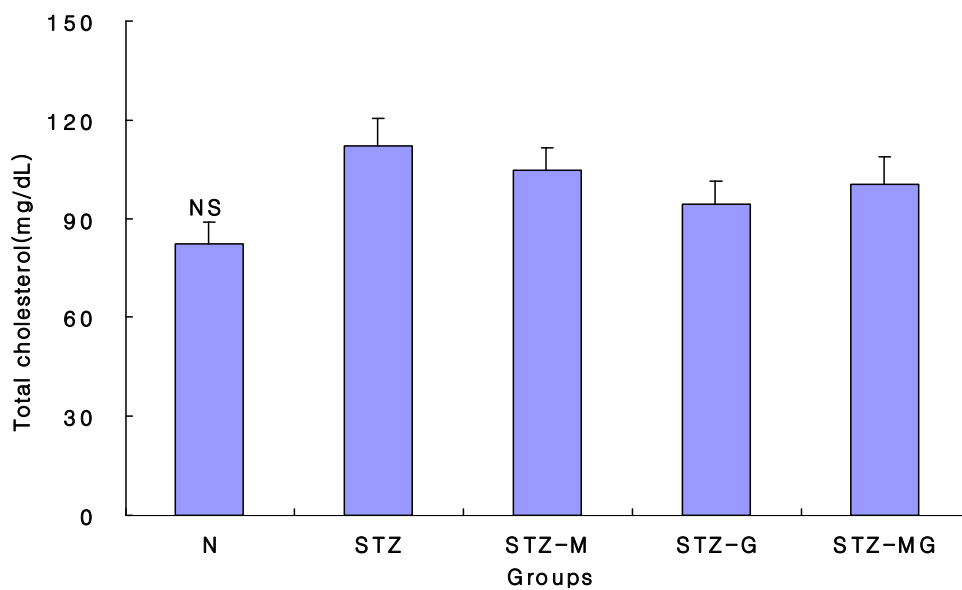
뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 변화는 Fig. 12, 13과 같다. 혈청 중 중성지방 함량은 Fig. 12와 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였지만 유의차는 없었고, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 증가하였지만 유의차는 없었고 당뇨대조군(STZ)에 비하여 각각 6.68%, 10.26%, 15.83% 감소하였다. 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 Fig. 13과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였지만 유의차는 없었다. 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 증가하였지만 유의차는 없었고 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였다.

Han 등(55)의 당뇨쥐의 녹차, 청자 및 홍차 투여 연구에서 녹차, 홍차 투여군이 콜레스테롤 함량을 유의적으로 감소하였다고 보고하였는데 본 실험과 다른 결과를 나타내었지만 모든 당뇨유발군의 총콜레스테롤 수치 증가는 당뇨쥐의 대사에 탄수화물이 에너지원으로 이용되지 못하여 유리지방산이 에너지원으로 이용되어 콜레스테롤을 합성한다고 보고되었고(125) 이는 당뇨로 인한 대사 장애로 인해 기인된 것으로 사료된다.



**Fig. 12.** Content of triglyceride in serum of the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.



**Fig. 13. Content of total cholesterol in serum of the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.

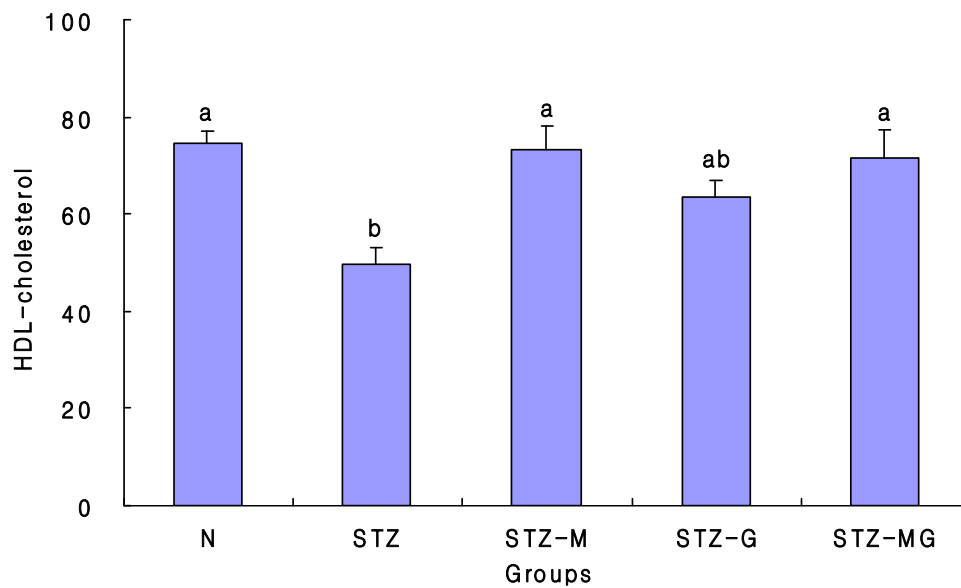
## 10. 혈청 중 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화 지수 및 심혈관위험지수

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 혈청 중 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤의 함량, 동맥경화지수(atherogenic index. AI) 및 심혈관위험지수(cardiac risk factor. CRF)는 Fig. 14~17과 같다. 혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량은 Fig. 14와 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 감소되었으며, 녹차 첨가 당뇨군(STZ-G)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 21.90% 증가하였으나 유의차는 없었다. 뽕잎, 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 32.40%, 30.80%로 유의하게 증가하였으며, 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타내었다. 당뇨합병증의 원인인 혈청 중 LDL-콜레스테롤 함량은 Fig. 15와 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였지만 유의차는 나타나지 않았으나 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 다소 감소하는 경향이었다. 동맥경화지수는 Fig. 16과 같으며, 혈액 중 HDL-콜레스테롤에 대한 중성지방의 함량 비를 대표하는 값이다. 미국의 National Institute of Health Consensus Development Conference의 기준에 의하면 임상에서 3.0 이상이면 동맥경화의 위험신호로 사용된다(126). 당뇨대조군(STZ)은 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 61.65%, 67.67%, 63.61% 감소하였으며, 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타내었다. 심혈관계위험지수는 Fig 17과 같으며, 혈액 중 HDL-콜레스테롤에 대한 총콜레스테롤의 함량 비를 대표하는 값이다. 임상에서는 7.0 이상을 나타내면 위험신호로 보고된다(127). 당뇨대조군(STZ)은 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 35.19%, 38.63%, 36.05% 감소하였으며, 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타내었다.

높은 농도의 혈중 콜레스테롤과 중성지방 함량에 의한 고지혈증은 당뇨병에 수반되는 합병증으로 인한 동맥경화증을 유발하는데 이는 당뇨병 환자의 사망에 가장 큰 원인이 되고 있다(128). 본 실험의 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 식이는 혈액내 HDL-콜레스테롤을 증가시키고, LDL-콜레스테롤, 동맥경화지수 및 심혈관

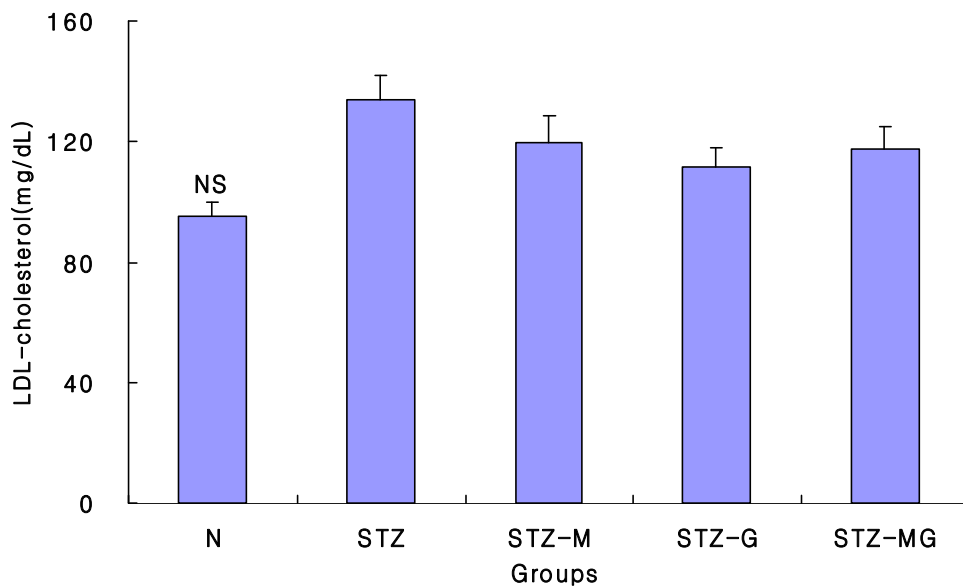


위험지수를 저하시키므로 당뇨병 환자의 위험질환인 동맥경화증 및 심혈관계질환의 위험을 개선시켜 줄 것으로 사료된다.



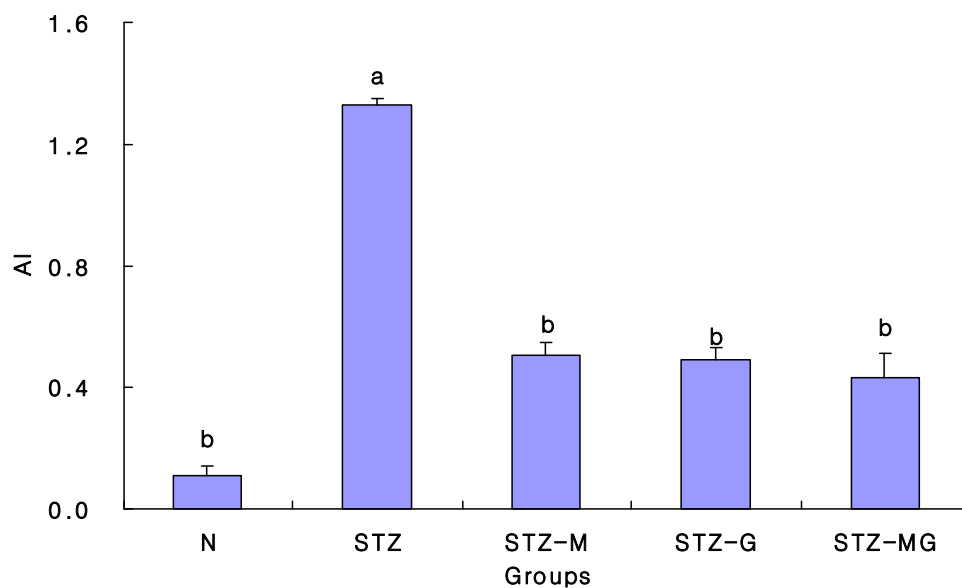
**Fig. 14. Content of HDL-cholesterol in serum of the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



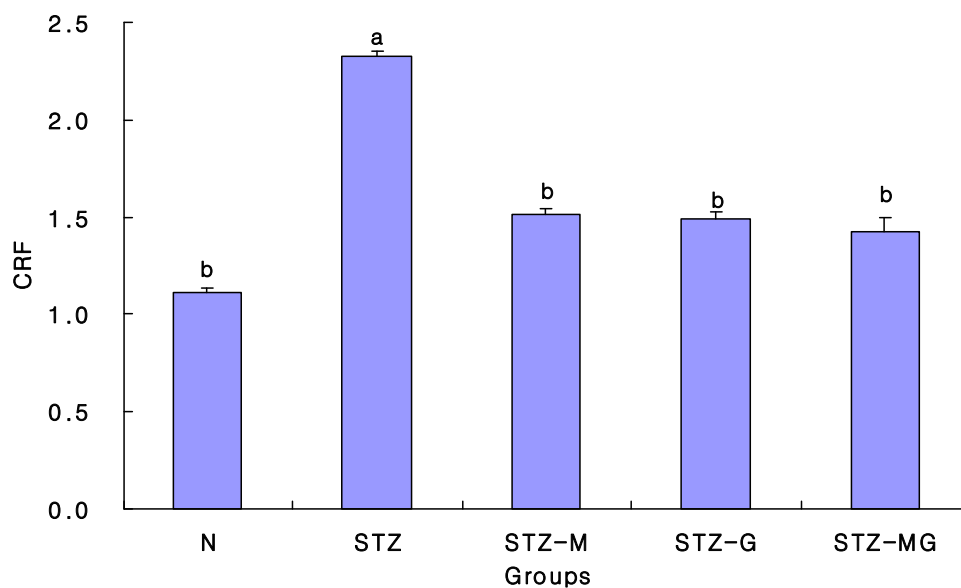
**Fig. 15.** Content of LDL-cholesterol in serum of the rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.



**Fig. 16. Atherogenic index of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. AI: atherogenic index. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



**Fig. 17. Cardiac risk factor of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

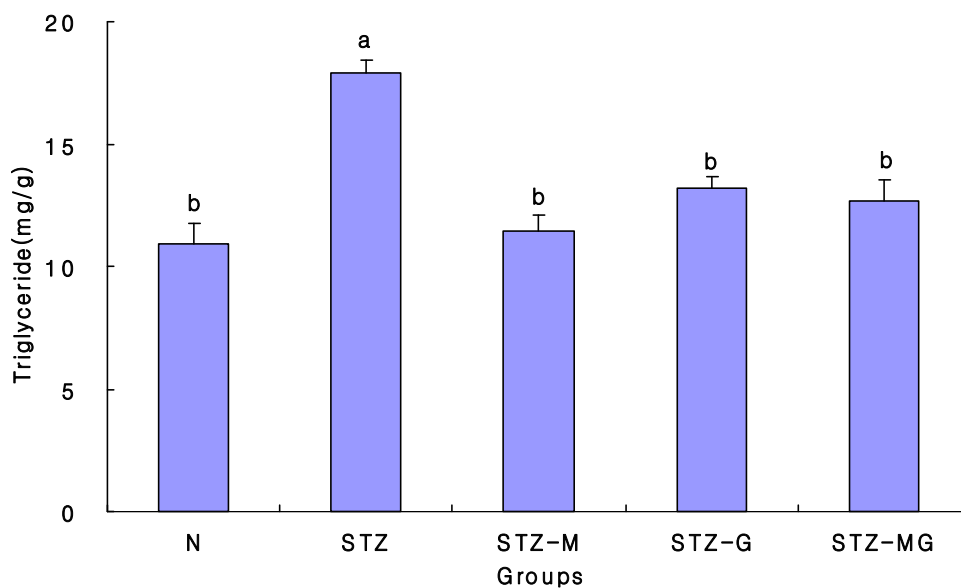
Abbreviations: See the legend of Table 9. CRF: cardiac risk factor. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

## 11. 간조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 간조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량 변화는 Fig. 18, 19와 같다. 간조직 중 중성지방 함량은 Fig. 18과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가하였으며, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 감소하였으며, 정상군(N)과 유사한 경향을 나타내었다. 간조직 중 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 19와 같이 유의차는 없었다. 다만 당뇨대조군(STZ)에 비하여 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 유의차는 없었지만 다소 저하하는 경향이였다.

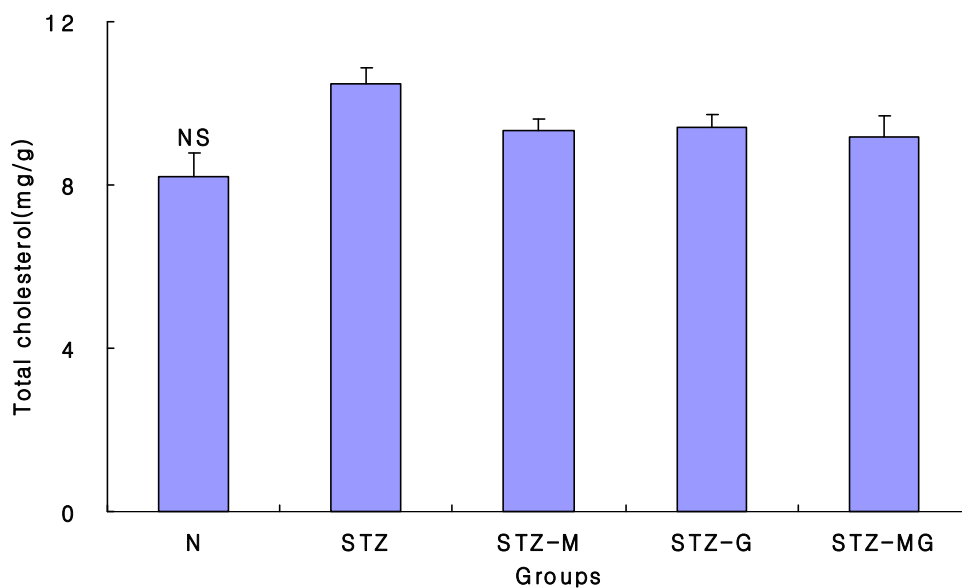
간은 콜레스테롤의 합성과 분배 작용 및 혈장 지단백의 조절에 관여하는 기관으로 간조직의 지질 성분 변화는 체내대사 지표로서 중요한 생리적 의미를 갖으며 (129), Rho 등(130)의 발효홍차 음료가 당뇨 암쥐의 간의 지질 농도 변화를 살펴보면 중성지질 농도의 감소를 볼 수 있는데 이는 본 실험과 상반되는 결과이지만, Kekki(131) STZ에 의해 간조직 내 지질성분이 축적되고 혈액으로의 지방 유출이 증가되므로 당뇨병의 경우 혈액 내 지방이 중성지방으로 전환되는 속도가 빨라진다고 보고하여 간조직 내 중성지방의 함량 증가 한다고 보고하였다.

본 실험의 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 식이는 중성지질의 함량을 감소시켜 뽕잎의 quercetin, kaempferol, chlorogenic acid등의 polyphenol계(132) 화합물과 녹차의 EGCG(49) 등의 카테킨 성분들이 지질대사 개선에 영향을 줄 것이라 생각된다.



**Fig. 18. Content of triglyceride in the liver of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



**Fig. 19. Content of total cholesterol in the liver of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

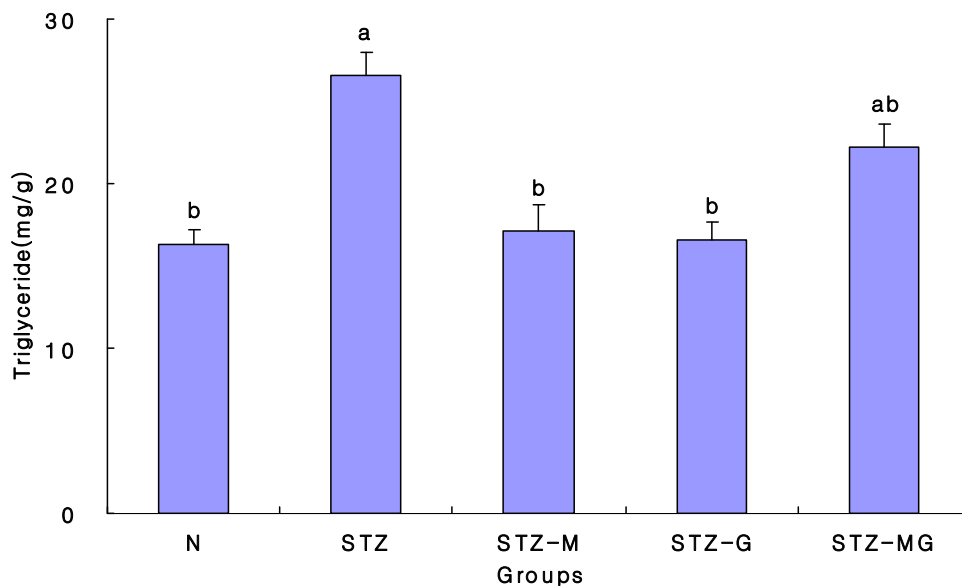
Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.



## 12. 신장조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

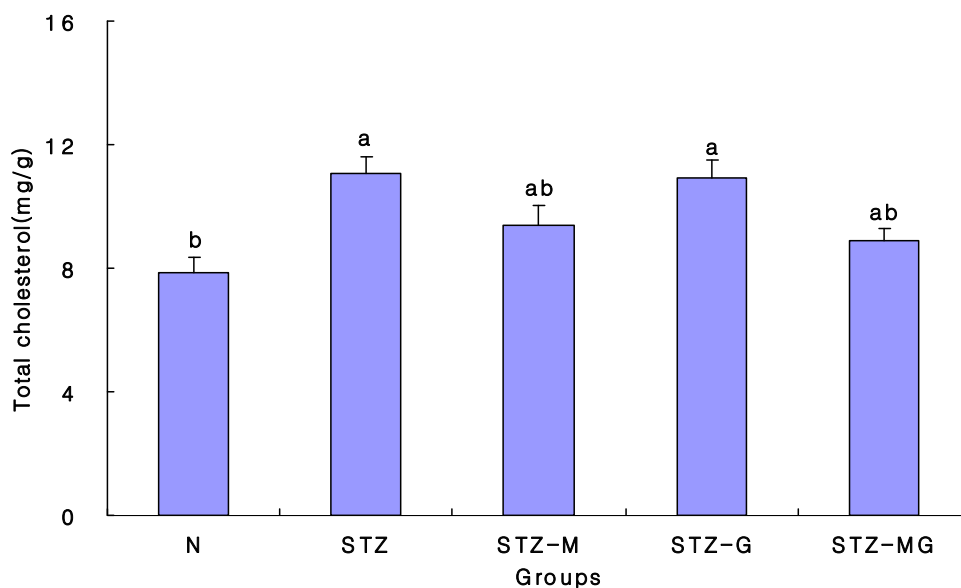
뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 신장조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량 변화는 Fig. 20, 21과 같다. 신장조직 중 중성지방 함량은 Fig. 20과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였으며, 뽕잎 및 녹차 첨가 당뇨군(STZ-M, STZ-G)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 감소하였으며 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타내었고, 뽕잎과 녹차 혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었다. 신장조직 중 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 21과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였지만 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었다.

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 급여로 인하여 신장조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량은 감소하는 경향이었으며, 당뇨병의 2차성 기능장애 중 지속적인 단백뇨, 고혈압 및 신장 기능 손실을 특징으로 하는 당뇨병성 신장질환은 당뇨병 3 대 합병증으로 손꼽힐 만큼 중요한 장기 합병증 중 하나로, 새로 투석을 시작하는 말기 신부전증 환자의 40% 이상이 당뇨병 환자인 것으로 보고되고 있다 (133,134). 이러한 당뇨병성 신장질환과 관련한 연구가 필요할 것으로 생각되어진다.



**Fig. 20.** Contents of triglyceride in the kidney of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  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 total cholesterol in the kidney of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.

### 13. 지방조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이를 4주간 급여한 당뇨쥐의 장간막지방 조직, 부고환지방조직, 등지방조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 22~27과 같다. 장간막지방조직 중의 중성지방 함량은 Fig. 22와 같이 당뇨대조군(STZ)이  $33.50 \pm 1.56$  mg/g으로 정상군(N)  $20.70 \pm 1.38$  mg/g에 비하여 38.20% 유의하게 증가하였다. 녹차 첨가 당뇨군(STZ-G)은  $25.17 \pm 1.80$  mg/g으로 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었고, 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)은 각각  $21.10 \pm 1.72$  mg/g과  $21.53 \pm 1.41$  mg/g으로 정상군(N)과 비슷한 경향을 보였다. 장간막지방조직 중 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 23과 같이 당뇨대조군(STZ)이  $32.87 \pm 1.44$  mg/g으로 정상군(N)  $21.65 \pm 2.88$  mg/g에 비하여 34.13% 유의하게 증가하였다. 녹차 첨가 당뇨군(STZ-G)은  $27.70 \pm 3.30$  mg/g으로 당뇨대조군에 비하여 감소하였으나, 유의차는 없었고, 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)은 각각  $23.64 \pm 1.85$ ,  $24.19 \pm 0.71$  mg/g으로 정상군(N)과 비슷한 경향을 보였다. 부고환지방조직 중 중성지방 함량의 경우 Fig. 24와 같이 당뇨대조군(STZ)이  $23.00 \pm 1.05$  mg/g로 정상군(N)  $14.93 \pm 0.80$  mg/g에 비하여 35.09% 유의하게 증가하였다. 뽕잎 첨가 당뇨군(STZ-M)은  $19.53 \pm 0.82$  mg/g으로 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었고, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-G, STZ-MG)은 각각  $15.49 \pm 1.33$ ,  $15.33 \pm 1.41$  mg/g으로 정상군(N)과 비슷한 수치를 나타냈다. 부고환지방조직 중 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 25와 같이 당뇨대조군(STZ)이  $50.24 \pm 1.44$  mg/g로 정상군(N)  $33.90 \pm 2.88$  mg/g에 비하여 32.52% 유의하게 증가하였다. 뽕잎 첨가 당뇨군(STZ-M)은  $41.18 \pm 1.84$  mg/g으로 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었고, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-G, STZ-MG)은 각각  $36.30 \pm 3.31$ ,  $35.25 \pm 0.71$  mg/g으로 정상군(N)과 비슷한 수치를 나타냈다. 등지방조직 중의 중성지방 함량은 Fig. 26과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였지만 유의차는 없었다. 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들

(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였지만 유의차는 없었다. 등지방조직 중 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 27과 같이 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였지만 유의차는 없었다. 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였지만 유의차는 없었다.

본 연구에서 등지방을 제외한 장간막지방조직, 부고환지방조직 중의 중성지방과 총 콜레스테롤 함량이 감소됨을 볼 수 있으며, 이는 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물의 식이가 지방조직의 지방 축적을 억제하여 지질대사에 개선을 보여준다고 사료된다.

**Table 21. Triglyceride and total cholesterol contents in the mesenteric, epididymal and retroperitoneal adipose tissues of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks**

(mg/g)

Groups <sup>1)</sup>	mesenteric AT <sup>2)</sup>		epididymal AT		retroperitoneal AT	
	TG	TC	TG	TC	TG	TC
N	20.70±1.38 <sup>b3)</sup>	21.65±2.88 <sup>b4)</sup>	14.93±0.80 <sup>b</sup>	33.90±2.88 <sup>b</sup>	32.65±1.78 <sup>NS3)</sup>	31.91±1.37 <sup>NS5)</sup>
STZ	33.50±1.56 <sup>a</sup>	32.87±1.44 <sup>a</sup>	23.00±1.05 <sup>a</sup>	50.24±1.44 <sup>a</sup>	43.80±1.46	37.84±3.22
STZ-M	21.10±1.72 <sup>b</sup>	23.64±1.85 <sup>b</sup>	19.53±0.82 <sup>b</sup>	41.18±1.84 <sup>b</sup>	40.98±1.90	43.26±2.33
STZ-G	25.17±1.80 <sup>ab</sup>	27.70±3.30 <sup>ab</sup>	15.49±1.33 <sup>ab</sup>	36.30±3.31 <sup>ab</sup>	37.89±2.02	33.01±2.15
STZ-MG	21.53±1.41 <sup>b</sup>	24.19±0.71 <sup>b</sup>	15.33±1.10 <sup>b</sup>	35.25±0.71 <sup>b</sup>	40.35±2.15	39.40±1.88

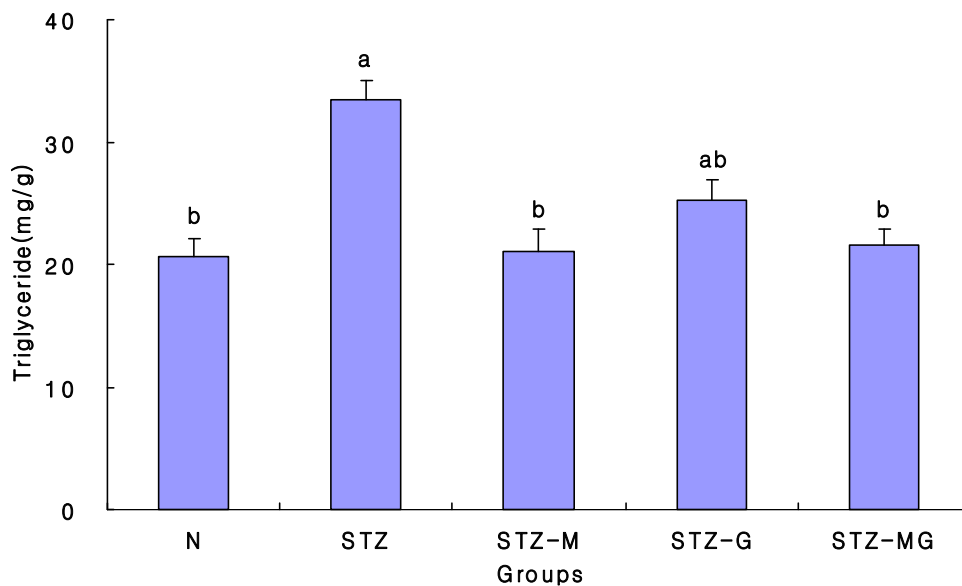
<sup>1)</sup>See the legend of Table 10.

<sup>2)</sup>AT : adipose tissue

<sup>3)</sup>Values are mean ± S. E. of 8 rats per each group.

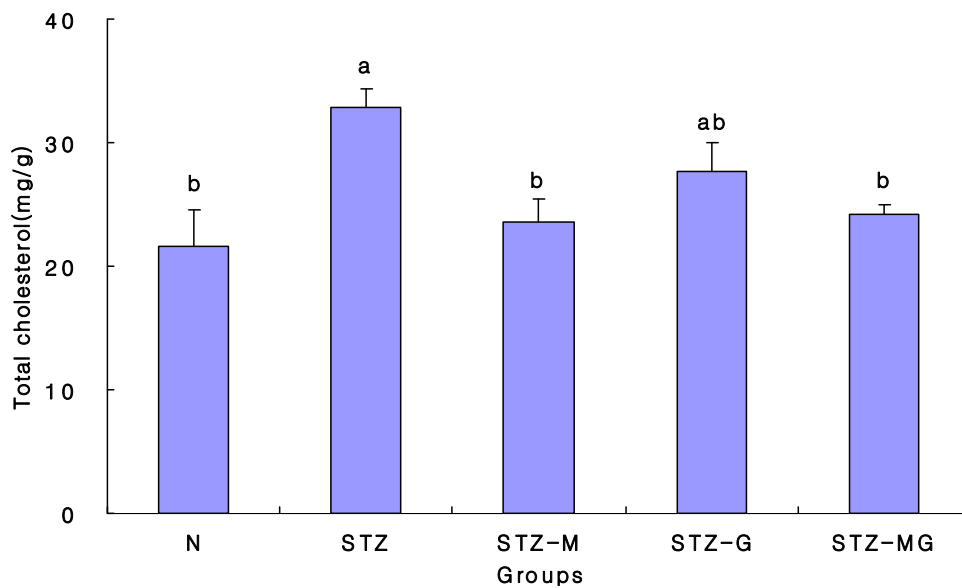
<sup>4)</sup>Values with different superscript in the same row significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test.

<sup>5)</sup>NS : not significantly different among groups.



**Fig. 22.** Content of triglyceride in the mesenteric adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

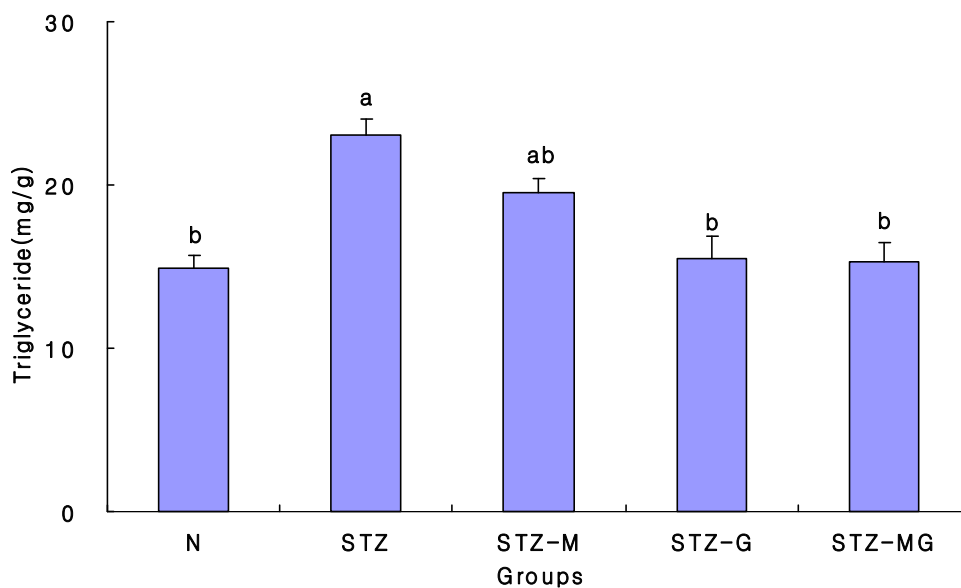
Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



**Fig. 23.** Content of total cholesterol in the mesenteric adipose tissue of rats fed *mixture contained mulberry leaf and green tea powder* for 4 weeks

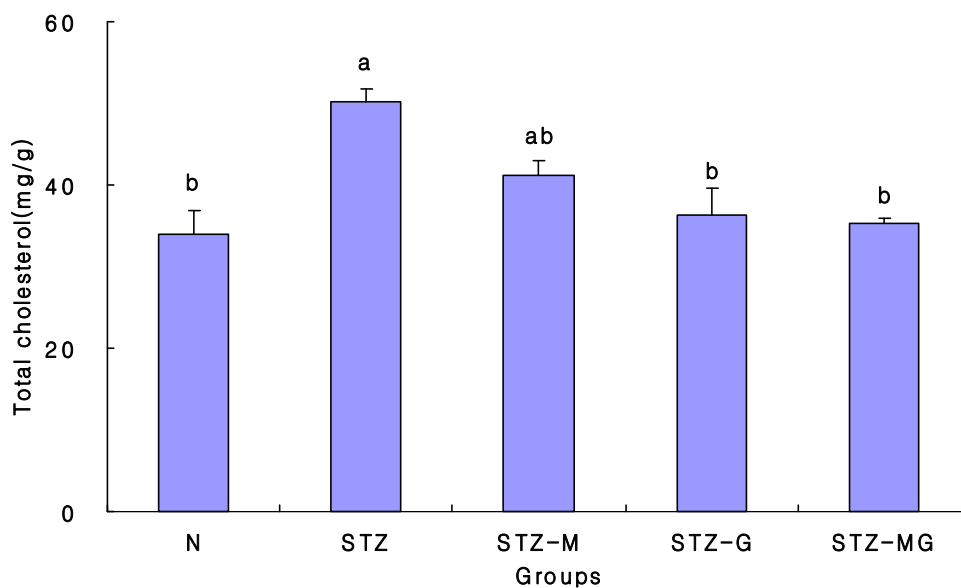
Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.





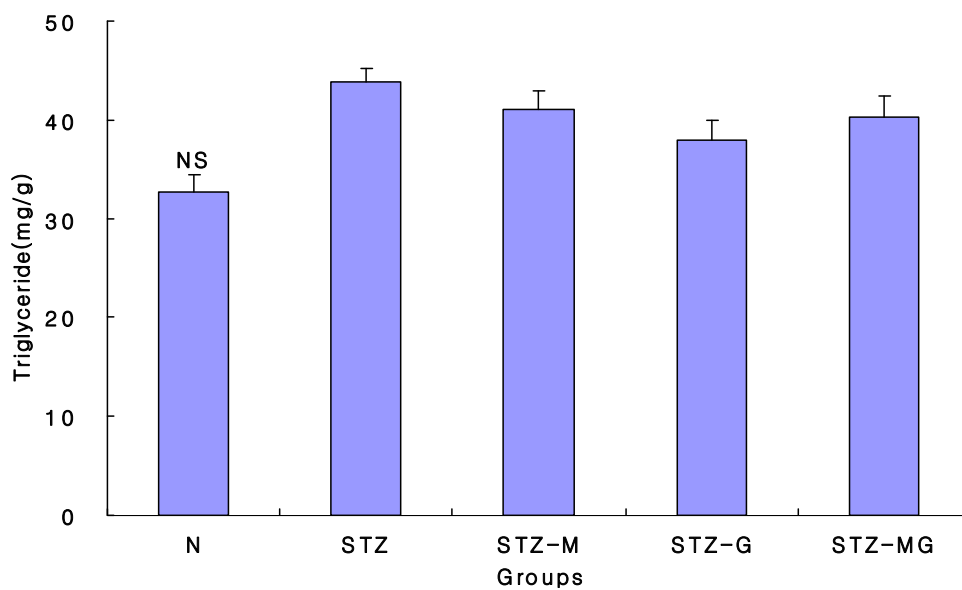
**Fig. 24.** Content of triglyceride in the epididymal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's test.



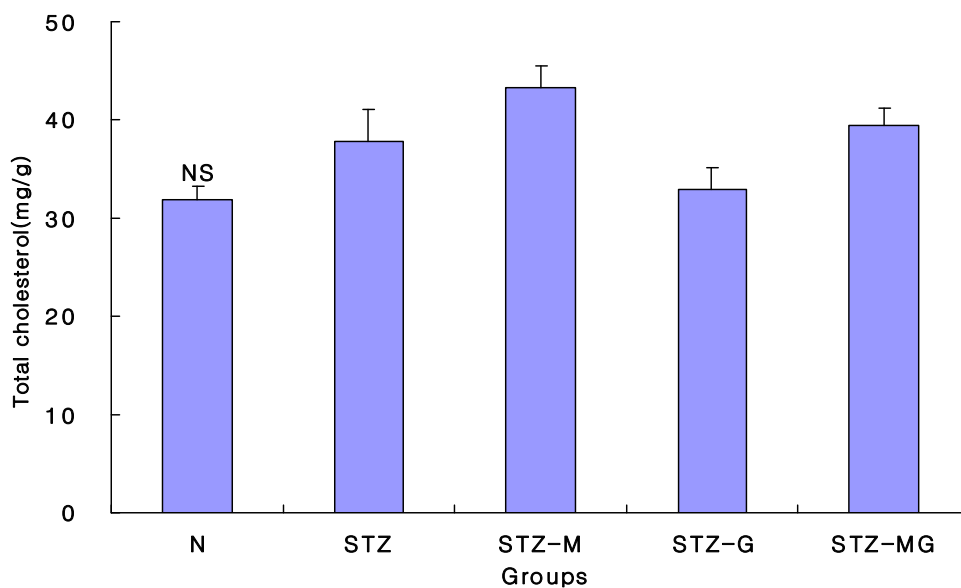
**Fig. 25.** Content of total cholesterol in the epididymal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Tukey's



**Fig. 26.** Content of triglyceride in the retroperitoneal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.



**Fig. 27.** Content of total cholesterol in the retroperitoneal adipose tissue of rats fed mixture contained mulberry leaf and green tea powder for 4 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 9. Values are mean  $\pm$  S. E. of 8 rats per each group. NS : not significantly different among groups.

## 제4장 요약

본 연구는 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물 식이의 이화학적 성분 분석과 더불어 streptozotocin으로 유도된 당뇨쥐의 혈청, 간 및 지방조직의 체내 지질대사 개선 효과와 항당뇨 효과를 살펴보기 위하여 4주간 실시하였다. 제 1형 당뇨를 유발하고자 평균 체중 약 200 g인 수컷 쥐의 대퇴부 근육에 STZ를 주사하여 혈당량이 300 mg/dL 이상인 것을 사용하였다. 실험군은 정상군(N), 당뇨대조군(STZ), 5% 빵잎 첨가 당뇨군(STZ-M), 녹차 첨가 당뇨군(STZ-G), 및 5% 빵잎, 녹차혼합분말 첨가 당뇨군(STZ-MG)으로 나누어 항당뇨 효과에 미치는 영향을 검토한 결과 다음과 같다.

1. 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물의 이화학적 성분을 분석한 결과, 일반성분 함량은 건량 기준(dry basis)으로 빵잎분말의 경우 수분 함량 7.49%, 조단백질 17.69%, 조지방 5.03%, 조회분 11.22%, 식이섬유소 37.64%, 탄수화물 20.93%였고 빵잎과 녹차의 혼합분말의 경우 수분 함량 6.42%, 조단백질 20.29%, 조지방 4.98%, 조회분 11.00%, 식이섬유소 37.01%, 탄수화물 20.30%였다. 녹차분말의 경우 수분 함량 3.13%, 조단백질 22.66%, 조지방 8.45%, 조회분 5.20%, 식이섬유소 34.85%, 탄수화물 25.71%였다. 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물에서 아미노산은 glutamic acid, 지방산은 palmitic acid, 비타민은 비타민 C, 유기산은 malic acid, 무기질은 빵잎, 빵잎과 녹차혼합물은 Ca이 녹차의 경우 K, 구성당은 빵잎, 빵잎과 녹차혼합물은 fructose가 녹차의 경우 glucose가 가장 많이 검출되었다.
2. *In vivo*에서 항당뇨 효능은
  - ① 정상군(N)에 비하여 당뇨대조군(STZ)에서 유의적으로 낮은 체중 증가량을 보였으며, 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물 분말 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)과 비슷한 경향을 보였다. 식이섭취량은

당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가됨을 관찰하였다. 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물 분말 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 식이섭취량이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 식이효율은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였고, 빵잎과 녹차혼합물, 녹차 분말 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)과 당뇨대조군(STZ)이 비슷한 경향을 보였다. 수분섭취량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가하였고, 빵잎 및 빵잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의적으로 감소하였다.

② 체중 당 간조직의 무게는 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적인 증가를 보였고, 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하는 경향이었지만 유의적인 차이는 없었다. 췌장, 비장, 신장, 심장의 무게도 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적인 증가를 보였으며, 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 증가하였으나 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으며, 특히 췌장과 비장의 경우 빵잎, 빵잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였다. 장간막지방조직, 부고환지방조직 및 등지방조직의 무게를 측정할 결과 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였다. 빵잎, 녹차를 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G)도 감소하였으나 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의차는 없었지만 증가하였고, 빵잎과 녹차혼합물 당뇨군(STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 증가하였다.

③ 뇨 중 성분 분석은 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 pH와 glucose함량이 개선되었다.

④ 전 실험기간 공복혈당을 측정 결과 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)이 2주째부터 혈당치가 당뇨대조군

- (STZ)에 비하여 유의하게 감소하였다.
- ⑤ 혈청 중 포도당 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고, 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)의 비하여 유의하게 감소하였으며, 이는 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타냈다.
  - ⑥ 혈청 중 인슐린 농도는 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 감소하였으며, 빵잎 및 녹차를 첨가한 당뇨군(STZ-M, STZ-G)들은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의적으로 감소하였다. 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군(STZ-MG)은 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타냈다.
  - ⑦ 혈청 중 fructosamine 함량 변화는 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가하였고 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물을 첨가한 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 감소하였다.
  - ⑧ 혈청 중 ALT, AST 및 ALP 활성은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가 하였다. 혈청 중 ALT 및 ALP 활성은 빵잎 및 빵잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의적으로 감소하였고, 혈청 중 AST활성은 빵잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군(STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의적으로 감소하였고, 혈청 중 LDH 활성은 유의차가 없었다.
  - ⑨ 혈청 중 중성지방과 총콜레스테롤 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였으나, 유의차는 없었고 빵잎, 녹차 및 빵잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)도 증가하였지만 유의차는 없었다.
  - ⑩ 혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 감소되었으나, 빵잎 및 빵잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군(STZ-M, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 증가되었다. 혈청 중 LDL-콜레스테롤 함량은 각 실험군간 유의차는 없었다. 동맥경화증지수는 당뇨대조군이(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고 빵잎, 녹차

및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으며, 정상군(N)과 비슷한 경향을 나타내었다. 심혈관계위험지수도 동맥경화지수와 비슷한 경향을 보였다.

- ⑪ 간조직 중 중성지방의 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가하였으며, 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 감소하였다. 총콜레스테롤의 함량은 각 실험군간 유의차가 없었다.
- ⑫ 신장조직 중 중성지방의 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였으며, 뽕잎 및 녹차 당뇨군들(STZ-M, STZ-G)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 유의하게 감소하였다. 총콜레스테롤의 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 증가하였으며 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)이 당뇨대조군(STZ)에 비하여 다소 감소하는 경향이 있었지만 유의차는 없었다.
- ⑬ 장간막지방조직 중의 중성지방과 총콜레스테롤 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가하였다. 녹차 첨가 당뇨군(STZ-G)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었고 뽕잎, 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-MG)은 정상군(N)과 비슷한 수치를 보였다. 부고환지방조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량은 당뇨대조군(STZ)이 정상군(N)에 비하여 유의하게 증가하였다. 뽕잎 첨가 당뇨군(STZ-M)은 당뇨대조군(STZ)에 비하여 감소하였으나 유의차는 없었고 뽕잎과 녹차혼합물, 녹차 첨가 당뇨군들(STZ-MG, STZ-G)은 정상군(N)과 비슷한 수치를 나타냈다. 등지방조직 중의 중성지방 및 콜레스테롤 함량은 당뇨대조군(STZ)과 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물 첨가 당뇨군들(STZ-M, STZ-G, STZ-MG)이 정상군(N)에 비하여 증가하였지만 유의차는 없었다.

이상의 실험 결과 *in vivo*에서 뽕잎, 녹차 및 뽕잎과 녹차혼합물을 섭취한 당뇨 쥐의 체중, 간 및 지방조직의 무게 감소와 더불어 혈당개선에 긍정적인 영향을 미



치는 것으로 나타났으며, 뽕잎 및 뽕잎과 녹차혼합물이 녹차에 비하여 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 뽕잎이 녹차에 비하여 혈압강하물질로 알려진 GABA( $\gamma$ -aminobutyric acid) 성분이 약 10배 이상 함유되어 있는 것으로 밝혀졌으며(34-36), 필수지방산인  $\gamma$ -linolenic acid와 DNJ도 다량 함유하고 있는 것으로 나타났다. 이로 인하여 혈당개선에 긍정적인 효과가 나타난 것으로 생각된다. 뽕잎 및 녹차에 함유된 폴리페놀류들과 카테킨류 등은 생리활성 물질에 의해 혈당을 강하하고 지방조직의 체지방 형성을 억제함으로써 체내 지질대사 개선과 당뇨병성 합병증에 예방 효과를 나타낼 수 있을 것으로 생각되어지며, 이외의 성분이 어떻게 항당뇨 및 지질대사 개선을 억제시킬 수 있는지는 생화학적인 작용기전 등이 더 연구되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Giliand SE. 1990. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* 87 : 175-188.
2. Annual report on the cause of death statistics. 2005. *National Statistical Office, Republic of Korea.*
3. Centers for disease control and prevention, national center for health statistics, division of health interview statistics (1997) Census of the population and population estimates. Hyattsville, MD: Centers for Disease Control and Prevention.
4. Ministry of Health and Welfare/Korean Health Industry Development(2010) 2009 Korean national health and nutrition examination survey. pp 256.
5. Halton TL, Liu S, Manson JAE, Hu FB. 2008. Low-carbohydrate-diet score and risk of type 2 diabetes in women. *Am J Clin Nutr.* 87 : 339-346.
6. Kim JY, Park JY, Lee KU. 1994. Diabetes and traditional medicine effect of several traditional drug on the plasma glucose levels in streptozotocin-induced diabetic rat. *J Korean Diabetes Assoc.* 18 : 377-380.
7. Robertson, W B. and Strong. J. P. 1968. Atherosclerosis in person with hypertension and diabetes mellitus In Geographical pathology of atherosclerosis, McGill H. C. Jr.(cd). *Baltimore, Williams, Willkins Co.* pp. 538
8. 손숙미, 임현숙, 김정희, 이종호, 서정숙, 손정민. 2007. 임상영양학. 교문사. pp. 215, 216, 219.
9. Min HG. 1999. *Clinical Endocrinology.* Korea Medical Pub, Seoul.
10. Herr, R.R., Jahnke, H.K and Argoudelio, A.D. 1967. The structure of streptozotocin. *Am. Chem. Soc.* 89 : 4808-4809
11. Rakietan, N. Rakietan, M.L. and Nadkarni, M.V. 1963. Studies on the

- diabetogenic action of streptozotocin. *Cancer Chemother. Rep.* 29 : 91
12. Abrams JJ, Ginsberg H, Grundy SM. 1982. Metabolism of cholesterol and plasma triglycerides in nonketotic diabetes mellitus. *Diabetes.* 31 : 903-910.
  13. Lones TJ. 1991. Oxidized low density lipoproteins: a role in the pathogenesis of atherosclerosis in diabetes. *Diabetes Med.* 8 : 411-419.
  14. Tai ES, Lim SC, Tan BY, Chew SK, Heng D, Tan CE. 2000. Screening for diabetes mellitus: a two-step approach in individuals with impaired fasting glucose improves in detection of those at risk of complications. *Diabetes Med.* 17 : 71-775.
  15. Steinberg HO, Chaker H, Leaming R, Johnson A, Brechtel G, Baron AD. 1996. Obesity/insulin resistance is associated with endothelial dysfunction. Implications for the syndrome of insulin resistance. *J Clin Invest.* 97 : 2601-2610.
  16. Hayden JM, Reaven PD. 2000. Cardiovascular disease in diabetes mellitus type 2: a potential role for novel cardiovascular risk factors. *Curr Opin Lipidol.* 11 : 519-528.
  17. Mullarkey CJ, Edelstein D, Brownlee M. 1990. Free radical generation by early glycation products: a mechanism for accelerated atherogenesis in diabetes. *Biochem Biophys Res Commun.* 173 : 932-939.
  18. Kim YS, Jung YH, Chun SS, Kim MN. 1988. The kinetics of non-enzymatic reaction in green tea during storage at different water activities and temperature. *J Korean Soc Food Nutr.* 17 : 226-232.
  19. Song Y, Manson JE, Buring JE, Liu S. 2004. Dietary magnesium intake in relation to plasma insulin levels and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care.* 27 : 59-65.
  20. Krentz AJ, Bailey CJ. 2005. Oral antidiabetic agents: current role in type 2 diabetes mellitus. *Drugs.* 65 : 385-411.

21. Kim MW. 2001. Effects of H<sub>2</sub>O-fraction of *Discorea japonica* Thunb and selenium on lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Soc Food Cookery Sci.* 17 : 344-352
22. Onogi A, Osawa K, Yasuda H, Sakai A, Morita H, Tokawa H. 1993. Flavonol glycosides from the leaf of *Morus alba*. *Shoyakugaku Zassh.* 47 : 423-425.
23. Shin KH, Young HS, Lee TW, Choi JS. 1995. Studies on the chemical component and antioxidative effects of *Solanum lyratum*. *Korean J Pharma.* 26 : 130-138.
24. Kim MW, Ahn MS, Lim YH. 2003. The antioxidative activities of mulberry leaf extracts on edible soybean oil. *Korean J Food Culture.* 18 : 1-8.
25. Yen GC, Wu SC, Duh PD. 1996. Extraction and identification of anti-oxidant components from the leaf of mulberry(*Morus alba* L.). *J Bio Chem.* 261 : 12879-12882.
26. Ui Song Medicinal Plant Experiment Station of Agricultural Research Center in Gyeongbuk, Korea. 2000. *Illustrated Book of Medicinal Plants.* Dongamunhwasa, Seoul. pp. 120.
27. 조영수, 차재영. 2003. 기능성식품학. 동아대학교 출판부. pp. 41
28. Naitoh K. 1968. Studies on the micro constituent in mulberry leaf part 2. Isolation of rutin and quercetin from mulberry leaf. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi.* 42 : 422-425.
29. Shin KH, Young HS, Lee TW, Choi JS. 1995. Studies on the chemical component and antioxidative effects of *solanum lyratum*. *Kor J Pharmacogn.* 26 : 130-138.
30. Kim JS, Kang SS, Lee MW, Kim OK. 1995. Isolation of flavonoids from the leaf of *Aralia continentails*. *Kor J Phamacogn.* 26 : 239-243.
31. Onogi A, Osawa K, Yasuda H, Sakai A, Morita H, Tokawa H. 1993.

- Flavonol glycosides from the leaf of *Morus alba*. *Shoyakugaku Zasshi*. 47 : 423-425.
32. Kang SS, Woo WS. 1984. Flavonol glycosides from the leaf of *Zizyphus jujuba*. *Kor J Pharmacogn*. 15 : 170-178.
  33. Yoshikumi Y. 1994. Inhibition of intestinal  $\alpha$ -glycosidase activity and postprandial hyperglycemia by moranoline and its N-alkyl derivatives. *Agric Biol Chem*. 52 : 121-126.
  34. Kodama T, Ishida H, Kokubo T, Yamakawa T, Noguchi H. 1990. Glucosylation of quercetin by a cell suspension culture of vitis species. *Agric Biol Chem*. 54 : 3238-3288.
  35. Shin DH. 1998. Antioxidation substances in mulberry leaf. *J Korean Oil Chemists Soc*. 16 : 27-31.
  36. Chae JY, Lee JY, Hoang IS, Whangbo D, Choi PW, Lee WC, Kim JW, Kim SY, Choi SW, Rhee SJ. 2003. Analysis of functional components of leaf of different mulberry cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 32 : 15-21.
  37. Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Ku HO, Lee HS, Lee KR. 1999. Hypoglycemic effect of mulberry leaf with anaerobic treatment in alloxan-induced diabetic mice. *Kor J Phamacogn*. 30 : 123-129.
  38. Bang HS, Lee WC, Shon HR, Choi YC, Kim HB. 1998. Varietal comparison of  $\gamma$ -aminobutyric acid content in mulberry root bark. *Kor J Seric Sci*. 40 : 13-16.
  39. Kim SY, Gao JJ, Lee WC, Ryu KS, Lee KR, Kim YC. 1999. Antioxidative flavonoids from the leaf of *Morus alba*. *Arch Pharm Res*. 22 : 81-85.
  40. Basnent P, Kadota S, Terashima S, Simazu M, Namba T. 1993. Two new 2-arylbenzofuran derivatives from hypoglycemic activity-bearing fractions of *Morus insignis*. *Chem Pharm Bull*. 41 : 1238-1243.
  41. Kimura M, Chen FJ, Nakashimqa N, Kimura I, Asano N, Koya S. 1995.

- Anti hyperglycemic effect of N-containing sugars delived from mulberry leaf in streptozotocin induced diabetic mice. *J Traditional Medicine*. 12 : 214-219.
42. Lee JS. 1994. Blood glucose lowering effect of *Mori folium*. *MS Thesis*. Kyung Hee University.
43. Cha JY, Kim HJ, Cho YS. 2000. Effect of water-soluble extract from leaf of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in tissue of rats. *J Kor Soc Food Sci Nutr*. 29 : 531-536.
44. Nakabayashi T, Ina K, Sakata K. 1994. Chemistry and Function of Green, Black and Oolong tea. Kogagu Press, Tokyo, Japan. pp. 20-51.
45. Kim JT. 1996. Science and Culture of Tea. Borimsa publishing Co., Seoul, Korea. pp. 322-348.
46. 최성희. 1999. 우리 차 세계의 차 바로알고 마시기. 서원, 서울. pp. 19-137.
47. 박용구. 1997. 차의 기원을 찾아서. 경북대학교 출판부, 대구. pp. 30-46.
48. 정동효, 김종태. 1997. 차의 과학. 대광서림, 서울. pp. 25-261.
49. Raederstorff DG, Schlachter MF, Elste V, Weber P. 2003. Effect of EGCG on lipid absorption and plasma lipid levels in rats. *J Nutr Biochem*. 14 : 326-332.
50. Ahmad N, Feyes DK, Nieminen AL, Aqarwal R, Mukhtar H. 1997. Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate and induction of apoptosis and cell cycle arrest in humancarcinoma cells. *J Natl Cancer Inst*. 89 : 1881-1886.
51. Wolfram S, Raederstorff D, Preller M, Wang Y, Teixeira SR, Riegger C, Weber P. 2006. Epigallocatechin gallate supplementation alleviates diabetes in rodents. *J Nutr*. 136 : 2512-2518.
52. Muramastu K, Fukuyo M, Hara Y. 1986. Effects of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. *J Nutr Sci vitaminol*. 32 : 613-622

53. Kim MJ, Rhee SJ. 1994. Effects of Korean green tea, oolong tea, black tea beverage on the removal of cadmium in rat. *J Korean Food Nutr.* 23 : 784-791
54. Cheng SJ. 1986. The preliminary study of inhibitory effects of green tea antioxidant on mutation. *Acta Experimental Biology.* 9 : 328-334
55. Han HK, Choi SS, and Chung HS. 2010. Effects of *Camellia sinensis* L. on Blood Glucose and Cholesterol Levels of Normal and Streptozotocin Induced Diabetic Male Rats. *The Korean Tea Society.* Vol. 16, No. 2 pp. 118-123
56. Harbowy ME, Balentine DA. 1997. Tea chemistry. *Crit Rev Plant Sci.* 16: 415-480.
57. Lee LS, Park JD, Cha HS, Lee YM, Park JW, Kim SH. 2010. Physicochemical Properties of Powdered Green Teas in Korea. *Korean J. Food SCI. Technol.* Vol. 42, No. 1, pp. 33-38
58. Ohmori Y. Ito M. Kishi M, Mizutani H, Katada T and Konishi H. 1995. Antiallergic constituents from oolong tea stem. *Biol. Pharm. Bull.* 18: 683-686
59. Hattori M, Namba T and Hara Y. 1990. Effect of tea polyphenols on glucosyltransferase from *Streptococcus mutans*. *Chem. Pharm. Bull.* 38 : 717-720
60. Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB and Kromhout D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly study. *Lancet.* 342 : 1007-1011
61. Gomes A, Vedasiromoni JR, Das M, Sharma RM and Ganguly DK. 1995. Anti-hyperglycemic effect of black tea (*Camellia sinensis*) in rat. *J. Ethnopharmacol.* 45 : 223-226
62. A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis (16th Edition) *Association of official analytical chemists.* Washington, D.C.

63. Wungaarden DV. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* 39 : 848-850.
64. Korea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. *Korean Foods Industry Association*. Seoul. Korea. pp. 367-385.
65. Gancedo M, Luh BS. 1986. HPLC analysis of organic acid in Waters. PICO. TAG system, *Young-in Scientific Co. Ltd.*, Seoul. Korea. pp. 41-46.
66. 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 Nutr.* 123 : 1939-1951.
67. 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.
68. Rosenfeld L. 1989. Lipoprotein analysis. *Arch Pathol Lab Med.* 113 : 1101-1110.
69. Johnson RN, Metcalf PA, Baker JR. 1982. Fructosamine : a new approach to the estimation of serum glycosylprotein. An index of diabetic control. *Clinica. Chimia. Acta.* 127 : 87-95.
70. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem.* 226 : 497-509.
71. Zlatkis A, B Zak. 1969. Study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem.* 29 : 143-148.
72. Biggs HG, Erikson TM, Moorehead WR. 1975. A manual colorimetric assay of triglyceride in serum. *Clinical Chem.* 21 : 437-438.
73. Ye EJ, Bae MJ. 2010. Comparison of Components between Mulberry Leaf Tea and Fermented Mulberry Leaf Tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 39 :



421-427.

74. Choi OJ, Choi KH. 2003. The Physicochemical Properties of Korean Wild Teas (Green tea, Semi-fermented tea, and Black tea) According to Degree of Fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32 : 356-362
75. Park JH, Kim KS, Choi HK. 1997. Studies on free amino acid, organic acid and fatty acid content of Korean tea plants. *J Kor Tea Soc.* 3 : 73-87.
76. Kim SI . 1992. Sensory and instrumental texture properties of songpyuns and mosipulpyuns according to the cooking condition during storage. *MS Thesis National Fisheries.* Pusan University.
77. Chung YH, Shin MK. 2005. A study on physicochemical properties of Korean teas according to degree of fermentation. *Korean J Food & Nutr.* 18 : 94-101.
78. Park C, Park CS. 2001. Quality characteristics of pork by cooking conditions. *Korean J Soc Cookery Sci.* 17 : 490-496
79. Mau JL, Chyau CC, Li JY, Tseng YH. 1997. Flavor components in straw mushrooms *Volariella volvacea* harvested at different stages of maturity. *J Agric Food Chem.* 45 : 4726-4729.
80. Solms J. 1969. The taste of amino acids, peptides and proteins. *J Agric Food Chem.* 17 : 686-688.
81. Lim MJ. 2005. Physiological activity and physicochemical properties of *Morus alba* leaf tea. *MS Thesis.* Jinju National University. pp. 11-24.
82. 김선임. 녹차추출물 첨가 돈육 및 조리제품의 이화학적·관능적 품질특성에 관한 연구. 박사학위 논문. 세종대학교 대학원.
83. James P, Carter MD. 1988. Gamma-linolenic acid as a nutrient. *J Food Technology.* June vol : 72-82.
84. D. Murphy, Gamma-linolenic acid. 1998. *BSR.* 11-19.
85. L. Allen. Fats of the land. 1996. *BSR.* 9-17

86. Horrobin DF. 1990. Gamma-linolenic acid. *Rev Contemp Physiol.* 1 : 1-41.
87. Park YS, Lee, MK, Ryu HH, Heo BG. 2008. Content Analysis of Chungtaejeon Tea and Green Tea Produced in Jangheung District. *Korean J. Community Living Science.* 19 : 55-61.
88. Villegas R. Gao YT, Dai Q, Yang G, Cai H, Li H, Zheng W, Shu XO. 2009. Dietary calcium and magnesium intakes and the risk of type 2 diabetes: *the Shanghai Women's Health Study.* *Am J Clin Nutr.* 89 : 1059-1067.
89. Park SK, Kim JK, Kim JH, Moon KD and Oh SL. 1994. Study on the characteristic of physicochemical quality of Oolong herbs tea by extraction conditions. *Korean J. Dietary Culture.* 9 : 411-417.
90. Cho YJ, Bang MA. 2004. Hypoglycemic and antioxidative effects of dietary sea-tangle extracts supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Kor J Nutr.* 37 : 5-14
91. 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.
92. Kim MJ. 2001. Effect of amaranth (*Amaranth* spp. L) on lipid metabolism and serum glucose level in diabetic rats. *MS Thesis.* Korea University.
93. Jeong, J. J., Y. T. Kim, W. S. Seo, H. Y. Yang, Y. S. Lee and J. Y. Cha. 2006. Hypoglycemic and hepatoprotective effects of betaine on streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Life Sci.* 16 : 767-772.
94. Kay, P. A. 1991. Microalgae as food and supplement. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 30 : 555-573.
95. Ko YC. 2003. Effects of multi-extracts of *Mori folium* and regular exercise on glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *PhD Dissertation.* Myongji University.
96. Lee JH, Jun IN. 2004. The change of tissue lipid levels and fatty acid

- compositions by alloxan-induced diabetes in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 33 : 1273-1278.
97. Park KS, Lee DE, Sung JH, Chung SH. 2002. Comparisons of antidiabetic effect of *Panax ginseng* on mLD STZ induced diabetic rats in terms of time of administration. *J. Ginseng Res.* 26 : 191-195.
98. Min Hee Rho, Jin Bog Koh. 2002. Effect of tea fungus/ kombucha beverage on lipid metabolism and protein level in diabetic female rats. *Korean journal of LS.* Vol. 661-668.
99. Koh, J. B. 2000. Effects of tea fungus/kombucha beverage on growth, protein levels, lipid metabolism and enzyme activities in female rats. *J. of Nat. Sci. of Silla univ.* Vol. 83-92.
100. Gallaher, D. D., A. S. Csallany., D. W. Shoeman and J. M. Olson. 1993. Diabetes increase excretion of urinary malonaldehyde conjugates in rats. *Lipids.* 28 : 663-672.
101. Mogensen, C. E. and M. G. F. Anderson. 1973. Increased kidney size and glomerular filtration rate in early juvenile diabetes. *Diabetes.* 22 : 706-712.
102. Sochor, M., S. Kunjara., N. Z. baquer and P. Mclean. 1991. Regulation of glucose metabolism in livers and kidneys of NOD mice. *Diabetes.* 40 : 1467-1471.
103. Odaka H, Matsuo T. 1992. Ameliorating effects of an intestinal disaccharidase inhibitor, AO-128, in streptozotocindiabetic rats. *Jpn Food Sci Nutr.* 45 : 33-38.
104. Grey NJ, Karls I, Kipnis DM. 1975. Physiological mechanism in the development of starvation ketosis in man. *Diabetes.* 24 : 10-14.
105. Mogensen CE, Anderson MJF. 1973. Increased kidney size and glomerular filtration rate early juvenile diabetes. *Diabetes.* 22 : 706-712.
106. Seyer-Hansen K. 1973. Renal hypertrophy in streptozotocin-diabetic rats.

*Clin Sci Mol Med.* 51 : 551-555.

107. 한국임상병리학과교수협의회. 임상병 검사학 개론. 2006. 고려의학.
108. Asano N, Tomioka E, Kizu H, Matsui K. 1994. Sugars with nitrogen in the ring isolated from the leaf of *Morus bombycis*. *Carbohydr Res.* 253 : 235-245.
109. Asano N, Oseki K, Tomioka E, Kizu H, Matsui K. 1994. N-containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydr Res.* 259 : 243-255.
110. Yagi M, Kouno T, Acyagi Y, Murai H. 1976. The structure of morano line, a piperidine alkaloid from *Morus* species. *Nippon Nogei Kagaku.* 50 : 571-572.
111. Basnent P, Kadota S, Terashima S, Simazu M, Namba T. 1993. Two new 2-arylbenzofuran derivatives from hypoglycemic activity-bearing fractions of *Morus insignis*. *Chem Pharm Bull.* 41 : 1238-1243.
112. Kim SI. 2006. Effect of green tea powder on the improvement of sensorial quality of *Chungkookjang*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35 : 482-486.
113. Yoo SK, Rhee SJ. 2002. Effects of YK-209 mulberry leaf on antioxidative defense system of liver in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Kor Soc Food Sci Nutr.* 31 : 1065-1070.
114. Kahn CR. 1985. The molecular mechanism of insulin action. *Annu. Rev. Med.* 36 : 429-451.
115. Sezik E, Aslan M, Yesilada E, Ito S. 2005. Hypoglycemic activity of *Gentiana olivieri* and isolation of the active constituent through bioassay-directed fractionation techniques. *Life Sci.* 76 : 1223-1238.
116. Medvedeva IV, Pugacheva TA, Dorodneva EF. 2002. Influence of glucose control on the main parameters of serum lipid profile and platelet membranes in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes

- mellitus. *Atherosclerosis suppl.* 3 : 163-170.
117. Kesavulu MM, Rao BK, Giri R, Vijaya J, Subramanyam G, Apparao C. 2001. Lipid peroxidation and antioxidant enzyme status in type 2 diabetes with coronary heart. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 53 : 33-39.
118. Kasono K, Yasu T, Kakehashi A, Kinoshita N, Tamemoto H, Namai K, Ohno R, Ueba H, Kuroki M, Ishikawa S, Kawakami M. 2004. Nicorandil improves diabetes and rat islet beta-cell damage induced by streptozotocin *in vivo* and *in vitro*. *Eur J Endocrinol.* 151 : 277-285.
119. Bum-Ho Park, Jong-Wook Shin, Sang-Il Lee, Soon-Dong Kim. 2008. The Effects of *Cudrania tricuspidata* Tea leaf on the Blood Glucose and Serum Lipids Profiles of Streptozotocin-Induced Hyperglycemic Rats. *J East Asian Soc Dietary Life.* 18 : 516-523.
120. De Michele, G., M. Correale, O. De Michele, V. Guerra, R. Mazzarelli and G. Misciagna. 2008. Evaluation of serum biomarkers in nutritional disorders: Glycated apolipoprotein B, fasting serum glucose, fructosamine, stable and labile glycated hemoglobin in diabetic and non-diabetic subjects. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* 15 : 1-12.
121. Di Mauro, M., D. Lazzarini, P. Fumelli, F. Carle and A. Kosmidis. 2007. Bioelectrical impedance analysis and diabetes mellitus: which correlation among fructosamine, glycosylated haemoglobin and exchangeable potassium. *Minerva Med.* 98 : 633-638.
122. Bursch W, Schulte HR. 1986. Cytoprotective effect of the prostacyclin derivative iloprost against liver cell death induced by the hepatotoxins carbon tetrachloride and bromobenzene. *Klin. Wochenschr.* 64 : 47-50.
123. Bonfield CT. 1995. Dietary fiber and body management. In dietary fiber in health and disease. Kritchevsky D, Bonfield CT, eds. Eagan Press, Washington, DC. pp. 459-465.

124. Newman RK, Newman CW, Graham H. 1989. The hypocholesterolemic function of barley  $\beta$ -glucans. *Cereal Foods World*. 34 : 883-886.
125. O'Meara NM, Devery RA, Owens D, Collins PB, Johnson AH, Tomkin GH. 1990. Cholesterol metabolism in alloxan-induced diabetic rabbit. *Diabetes*. 39 : 626-633.
126. Rosenfeld L. 1989. Lipoprotein analysis. *Arch Pathol Lab Med*. 141 : 1128-1135
127. Yun YP, Kang WS, Lee MY. 1996. The antithrombotic effects of green tea catechins. *J food Hyg Safety*. 11 : 77-82
128. Levy RI. 1991. Cholesterol, lipoproteins, apolipoproteins and heart disease; present status and future prospects. *Clin Chem*. 27 : 653-662.
129. Yang KM, Shin SR, Jang JH. 2006. Effect of combined extract of safflower seed with herbs on blood glucose level and biochemical parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 35 : 150-157.
130. Rho MH, Koh JB. 2002. Effect of Tea fungus/kombucha beverage on lipid metabolism and protein level in diabetic female rats. *Kor J Nutr*. Vol. 661-668.
131. Nikkila EA, Kekki M. 1973. Plasma triglyceride transport kinetics in diabetes mellitus. *Metabolism*. 22 : 1-22.
132. Kim MS, Choue RW, Chung SH, Koo SJ. 1998. Blood glucose lowering effects of mulberry leaf and silkworm extracts on mice fed with high carbohydrate diet. *Kor J Nutr*. 31 : 117-121.
133. Choe G, No HJ, Kim BS, Kang SU, Han DS, Lee HY. 2007. Inducible Nitric Oxide Synthase (iNOS) is Increased in Diabetic Rat Glomeruli: Role of Angiotensin 2 (A2). *Korean Journal of Nephrol*. 22 : 366-373.
134. Ha H, Lee HB. 2004. Reactive oxygen species and diabetic nephropathy.

*Korean Journal of Nephrol.* 23 : 425-427.

## 감사의 글

실험실에 들어온 지 엇그제 같은데 논문을 마치고 감사의 글을 쓰려고 하니 벌써부터 마음이 몽클해집니다. 너무나도 부족한 저에게 지지와 격려를 아끼지 않으시고 사랑으로 품어주신 분들께 감사의 글을 올립니다.

먼저 언제나 저와 함께 하시고 인도해주시는 하나님께 감사드립니다.

부족한 저를 항상 격려해주시고 지도해주신 이명렬 교수님의 은혜에 고개 숙여 깊이 감사드립니다. 실수투성이인 저에게 새로운 길로 지도해주시고 따뜻한 애정과 관심으로 보살펴 주셔서 많은 것들을 배우고 성장할 수 있었습니다. 교수님의 가르침을 잊지 않고 더 발전하는 사람이 되도록 노력하겠습니다.

바쁘신 일정 가운데 부족한 저의 논문을 세심한 지도와 조언해주신 김복희 교수님, 이재준 교수님 덕분에 많은 것을 배우고 깨달을 수 있었습니다. 진심으로 감사드립니다. 또한 학부시절부터 열정과 사랑을 가지고 강의 해주신 노희경 교수님, 장해춘 교수님, 김경수 교수님, 이소정 교수님께도 깊은 감사의 인사를 드립니다.

실험실에 들어온 지 벌써 2년이 되어 갑니다. 힘들고 어려운 일도 있었지만 배려와 가족과 같은 사랑으로 즐겁게 지낼 수 있었고 학문적 공부뿐만 아니라 더 많은 것을 배울 수 있는 값진 시간이었습니다. 실험실의 든든한 버팀목으로 힘든 일도 도맡아도 화내지 않는 환이 오빠, 격려와 조언을 아끼지 않고 예뻐해주는 친언니 같은 아라언니, 힘든 실험도 군말 없이 밝은 미소로 도와준 민주, 너무 잘 따라주고 예쁜 보석같은 희경이, 상큼하고 발랄한 예쁜이 막내 유진이, 지금은 사회생활로 영역을 넓히고 있는 후배들을 잘 챙겨주는 유미언니, 꼼꼼하고 섬세한 현모양처 미란언니, 마음을 편안하게 해주는 안정제 같은 윤경언니 대학원 생활에 있어서 저에게 정말 큰 도움과 힘이 되어준 실험실 가족들에게 감사의 마음을 전합니다.

즐겁고 그리운 추억으로 기쁠때나 슬플때 가장 많이 생각나는 나의 소중한 친구 뽀날이, 금지, 지연이, 효은이, 이현이, 각자의 자리에서 자신의 일을 푹부러지게 하고 있는 든든하고 피로회복제 같은 소중한 친구 지영이, 지혜, 하영이, 나랑이, 보연이 말 안해도 알거라고 믿어. 보는 것만으로 위로가 되고 힘이 되는 대학원 동기인 영수언니, 은혜, 해훈이에게도 고맙다고 전하고 싶고 원하는 분야에서 역량을 발휘하여 영향력 있는 사람이 되길 바랍니다. 항상 기도해주고 사랑해주는 소희언니, 언제나 나를 걱정해주고 위로해주는 병필이, 힘이 되어주고 지켜주는 목사님, 산수교회청년부 모두에게 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

그리고 사랑하는 나의 가족들에게도 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 어린 시절부터 든든한 보호막이 되어준 부모님, 말을 잘 듣지 않아도 항상 기다려주고 언제



나 아픈 부위를 어루만져주는 엄마, 너무 이쁘고 사랑스런 똑부러지는 내동생 주경이, 사랑과 관심으로 든든한 후원자가 되어주는 이모, 항상 상담해주고 아껴주는 건우오빠, 귀옥언니, 인수오빠, 인옥언니, 천사 같은 미소로 재롱을 부리는 귀염둥이 홍렬이 정말 너무 사랑합니다.

대학원을 마치고 어떠한 길이 있더라도 저에게 힘이 되어 주는 분들이 있기에 그 길을 헤쳐 나갈 수 있는 용기가 생겼습니다. 대학원에서의 경험을 바탕으로 이 세상에 소금과 같은 존재가 되겠습니다.

2011년 5월

한 주 희

# 저작물 이용 허락서

학 과	식품영양학과	학 번	20107047	과 정	석사
성 명	한글 : 한 주 희      한문 : 韓 周 喜      영문 : Han Ju-hee				
주 소	광주광역시 서석동 조선대학교 자연과학대학 2801호 영양생화학 실험실				
연락처	e-mail : luvjuhee@gmail.com				
논문제목	한글 : 뽕잎과 녹차혼합물이 streptozotocin유발 당뇨쥐의 혈당 강하에 미치는 영향				
	영문 : Efect of Mixture Contained Mulberry Leaf and Green Tea Powder on Blood Glucose-Lowering in Rats with Streptozotocin-Induced Diabetes				

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(            )

2011    년    8    월

저작자 :            한 주 희    (인)

## 조선대학교 총장 귀하