

## 발효홍차가 당뇨숫쥐의 지질 대사에 미치는 영향

고진복<sup>†</sup> · 최미애\*

신라대학교 생물학과

\*(주)고려식료

### Effect of Tea Fungus/Kombucha Beverage on Lipid Metabolism in Streptozotocin-induced Diabetic Male Rats

Jin-Bog Koh<sup>†</sup> and Mi-Ae Choi\*

Dept. of Biology, Silla University, Pusan 616-736, Korea

\*Korean Food Materials Co., LTD., Kimhae, 623-840, Korea

#### Abstract

This study investigated the effect of tea fungus/kombucha(TF) beverage on body weights, pancreas weights, serum glucose and lipid concentrations of both normal and diabetic male rats. Sprague-Dawley male rats weighing  $140 \pm 10$ g were randomly assigned to one control and five streptozotocin(STZ)-diabetic groups. Diabetic groups were divided into D-control(TF free water), 20% TFD(20% TF in water), 40% TFD(40% TF in water), 20% TFSD(20% TF disinfection in water) and 40% TFSD(40% TF disinfection in water) according to the level of TF supplementation. Diabetes was experimentally induced by intraperitoneally administration of STZ in citrate buffer(pH4.3) after 3 week feeding of four experimental water. Animals were sacrificed at the 4-week of diabetic state. The diabetic groups showed significant decrease of body weight(-29.4~-48.6g) compared with the control group(72.4g). Pancreatic weights relative to body weights in all diabetic groups were heavier than those of the control group. The levels of fasting serum glucose were higher in all diabetic groups than that of the control group. The concentrations of triglyceride in serum was lower in 20% TFD and 20% TFSD groups than in those D-control group. The levels of total cholesterol, LDL-cholesterol in serum and atherogenic index were significantly decreased in all(20 or 40%) TFD and TFSD groups than in those D-control group, but those were similar to control group. The levels of HDL-cholesterol in serum was similar to all groups, but HDL-cholesterol/total cholesterol ratio were significantly increased in all(20 or 40%) TFD and TFSD groups than in those D-control group. Liver triglyceride concentration of the all diabetic groups significantly decreased compared with the control group. Liver total cholesterol and phospholipid were not affected by TF and TFS feeding. The results indicated that tea fungus/kombucha beverage feeding improved the cholesterol, triglyceride and atherogenic index levels in diabetic rats.

**Key words:** tea fungus/kombucha, blood glucose, lipids, diabetic rats

#### 서론

초산발효홍차 음료(Tea fungus/kombucha beverage)는 기원전 220년경 Manchuria에서 음용되기 시작되었고, 음료문화가 다양한 러시아로 퍼져나갔다(1). 세계 2차대전 동안 이 음료는 독일에 소개되었고 이어서 프랑스로 전파되었으며, 그리고 프랑스가 지배하는 북아프리카에서 대중화 되었다(2-4). 현재는 이 음료가 미국에서도 대중화 되고 있으며, 이는 주로 상쾌한 맛 그

리고 해독작용과 치료효과(speculative curative effects)를 주기 때문인 것이다. 발효홍차가 세계 여러곳에서 이용되고 있는 것은 가정에서 쉽게 만들 수 있으며, 의학적으로 관절염(arthritis), 건선(psoriasis), 만성 피로(chronic fatigue), 변비(constipation), 소화기나 대사성 질환 및 건강증진에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(5,6).

Reiss(7)는 발효홍차에서 초산, 젖산, 글루콘산 및 에칠알콜 등을 확인하였고 10일간 배양하면 사과나 배와

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

같은 맛을 낸다고 하였다. 또한 발효홍차에는 글루쿠론산, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>와 항균작용이 있는 usnic acid 등의 성분이 있다고 하였다(6,8-10). Choi(11)는 홍차추출물에 10%의 설탕을 첨가하고 tea fungus를 접종하여 30°C에서 14일간 발효시 발효홍차 음료의 성분은 초산이 가장 높고 글루타루산, 말레산이 확인되었고, pH 2.5 정도이고, 달고 새콤한 맛과 약간의 달콤한 과일향을 낸다고 하였다.

당뇨병이 오래 지속되면 당질, 단백질, 지질대사에 이상을 초래하며, 완전한 치료가 어려운 만성질환으로서 심장순환기계질환, 신장질환, 시각손상 등의 여러 가지 대사성 질환이 합병증으로 나타나는 것이 문제시되고 있다(12-14). 역학조사에서 심장혈관 질환은 당뇨병환자의 주요 사망원인 중의 하나이며, 그 발생 위험율도 정상인보다 약 4배 이상 높은 것으로 보고된 바 있다(15).

이에 본 연구는 발효홍차에 함유되어 있는 유기산이나 여러 성분들이 당뇨합병증의 예방효과와 관계가 있을 것으로 예측되어, 발효홍차의 예방효과와 치료효과를 조사하고자 당뇨실험군에 음료수에 발효홍차를 20%와 40% 및 120°C에서 10분간 감압멸균한 발효홍차를 20%와 40%씩 혼합하여 3주간 사육 후 streptozotocin을 주사하여 당뇨를 유발시킨 다음 해당 음료로 4주간 사육하고 췌장의 크기, 혈당량, 혈액 및 간의 지질 변화를 조사하여, 당뇨쥐의 혈당량 변화 및 지질대사에 미치는 영향을 비교하여 발효홍차를 기능성 음료로서의 활용성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물 식이 및 사육

실험동물은 체중이 평균 140±10g 전후되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐로 본 실험실에서 번식한 쥐를 고형사료(삼양유지사료)로 실험기간 사육하였다. 각 실험군은 평균체중이 비슷한 것끼리 8마리씩 나누고, 음료수를 급여한 대조군, 당뇨대조군, 발효홍차군은 음료수에 발효홍차를 20%와 40%씩 혼합한 군과 120°C에서 10분간 감압멸균한 발효홍차를 20%와 40%씩 혼합하여 6군으로 나누어 각 실험음료로 3주간 사육한 다음, 당뇨를 유발시키고 계속 4주간 각 해당 실험음료로 사육하였다. 실험동물의 사육실은 온도 24±2°C, 습도 50~60%를 항상 유지시켰으며, 명암은 12시간(8:00~20:00)을 주기로 자동 조절되었으며, 실험음료와 식이는 자유급식하였다.

당뇨병 유발은 0.01M citrate buffer(pH 4.5)에 용해

시킨 streptozotocin을 1회(50mg/kg body weight)을 복강내 주사하고, 2일 후 2회(40mg/kg body weight) 복강내 주사한 다음 당뇨병의 유발 확인은 1주일후 미정맥에서 채혈하여 혈당을 측정하고 혈당량이 300mg % 이상인 동물을 당뇨쥐로 사용하였고, 대조군은 0.01M citrate buffer를 당뇨병 유발군과 같은 방법으로 주사하였다.

### 발효홍차 제조법

발효홍차 제조방법(11)은 끓인 증류수 1L 홍차(tea bag 제품) 8g을 넣고 10분간 추출한 후 실온에서 냉각시키고 발효병에 200ml씩 분주하고, 여기에 백설탕을 가하여 당도를 10%로 조정된 것을 배지로 사용하였다. 배지에 tea fungus를 10g씩 접종하여 30°C에서 14일간 배양하여 발효홍차를 제조하여 원심분리 후 상층액을 냉장(4°C) 보관하여 시료로 사용하였다.

### 시료 수집 및 분석

시료 수집 및 분석은 매주 1회 같은 시간에 체중을 측정하고, 채혈 및 장기중량 측정은 실험종료 후 16시간 절식시킨 다음 ethyl ether로 마취하여 심장에서 채혈하고, 혈액은 실온에서 30분간 두었다가 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 즉시 혈액분석에 사용하였다. 간과 췌장은 복부를 개복한 다음 즉시 채취하여 생리 식염수로 씻고 여과지로 습기를 제거한 후 무게를 측정하였다.

혈청중 glucose 농도는 glucose oxidase법(16)에 따라 조제된 시약 kit(영연화학, Japan)로 측정하였고, 간의 지질은 Folch법(17)으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 혈청과 간의 총 지질함량은 phospho-vanillin법(18), 중성지질함량은 중성지방 측정용 kit(영연화학, Japan), 인지질 함량은 인지질 측정용 kit(PL-E(OM), Iatron, Japan), 총콜레스테롤 함량은 총콜레스테롤 측정용 kit(Cholesterol-C, 영연화학, Japan), 혈청중 HDL-콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 kit(야트리포하이콜레스트, Iatron, Japan)를 사용하여 각각 측정하였다. LDL-콜레스테롤 농도는 Friedwald 식(19)으로 즉 total cholesterol-{HDL-cholesterol+(triglyceride÷5)}에 의하여 계산하였고, 동맥경화지수(atherogenic index)는 Haglund 등(20)의 방법에 따라 계산하였다.

### 통계처리

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내

었고, 통계처리는 SPSS를 이용하여 각 실험군간의 차이는  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

### 결과 및 고찰

발효홍차 음료 급여시 당뇨쥐에 미치는 영향을 관찰하고자, 실험쥐의 체중변화, 체장무게, 혈당, 혈청 및 간의 지질농도를 조사하였다. 실험동물의 체중 및 체장무게 변화와 공복시 혈당수준은 Table 1에 표시하였다. 발효홍차 음료에 함유되어 있는 tea fungus의 유해성을 조사하고자 120°C에서 10분간 가압멸균한 발효홍차를 시료로 사용하였다. 체중변화는 당뇨유발전 3주간 체중증가는 대조군과 각 농도별 발효홍차 급여군이 비슷하였음은 발효홍차가 성장률에는 영향을 주지 않으며, 또한 발효홍차의 가압멸균에 의한 영향도 나타나지 않았음은 유해한 성분이 없는 것으로 생각된다. 그리고 당뇨유발후 4주간의 체중변화는 대조군은 72.4g 증가하였으나, 당뇨대조군과 각 농도별 당뇨발효홍차군은 29.4~48.6g의 체중이 감소되었다. 당뇨쥐의 체중 감소는 당뇨로 인하여 체내대사의 퇴행적 변화 때문이라 할 수 있다(21-24).

체장 총 무게는 대조군에 비하여 당뇨대조군은 비슷하였으나, 각 농도별 당뇨발효홍차군은 다소 증가( $p > 0.05$ )되었다. Kakade 등(25)은 쥐에 생콩을 급여한 바 체장이 비대되었음은 생콩중 trypsin inhibitors에 의한 영향이 약 40%이고, 기타 인자에 의한 원인이 60% 정도라고 하였다. 본 실험에서 발효홍차군의 체장이 비대되었음은 발효홍차 성분중 체장을 비대시키는 인자가 있는 것으로 생각되나, 어떤 인자에 의하여 체장의 생리

적 및 조직학적 변화가 수반되는지는 앞으로 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다. 체중 100g당 체장무게는 대조군에 비하여 당뇨대조군과 각 농도별 당뇨발효홍차군이 유의하게 증가( $p < 0.05$ )되었음은 당뇨로 인한 체중감소로 상대적으로 증가된 것이라고 생각된다.

희생시 공복 혈당수준은 대조군에 비하여 당뇨대조군과 각 농도별 발효홍차군이 유의하게 증가( $p < 0.05$ )하였으며, 당뇨대조군에 비하여 각 농도별 발효홍차군이 다소 감소( $p < 0.05$ )하였으나 유의한 차이를 보이지 않았으므로 발효홍차가 당뇨쥐의 혈당을 낮추는 효과는 나타나지 않았다.

혈중 콜레스테롤의 변화는 고혈압, 동맥경화증, 폐쇄성황달, 네프로제, 혈액병, 내분비질환 등에서 상승하며 중요한 것은 심혈관계질환의 주된 원인이 되는 hyperlipidemia를 구성하는 주된 물질이며(26,27), 또한 문제시되는 것은 lipoprotein으로 순환계 콜레스테롤의 구성비율이라 할 수 있다(26). 이에 당뇨 합병증의 하나인 순환기계질환의 예방 및 억제효과를 규명하고자 발효홍차 음료를 급여한 결과 혈청중 지질농도는 Table 2 및 3과 같다. 혈청의 총 지질농도는 대조군에 비하여 당뇨 20% 발효홍차군과 당뇨 20% 가압멸균 발효홍차군은 유의한 차이를 보이지 않았으나 당뇨대조군, 당뇨 40% 발효홍차군 및 당뇨 40% 가압멸균 발효홍차군이 증가( $p < 0.05$ )되었다. 당뇨쥐의 혈청 총 지질농도를 20% 발효홍차군들에서 다소 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

혈청의 중성지질농도는 대조군에 비하여 당뇨대조군과 각 당뇨발효홍차군이 유의하게 증가( $p < 0.05$ )되었고, 당뇨대조군에 비하여는 당뇨 20% 발효홍차군과 당뇨 20% 가압멸균 발효홍차군이 감소( $p < 0.05$ )되었음은

Table 1. Body weight gains, pancrease weights and serum glucose levels of male rats fed tea fungus/kombucha beverage for 49 days

Groups <sup>1)</sup>	Body weight gains (g)			Glucose (mg%)	Pancrease (mg)	
	Initial	Before STZ <sup>4)</sup>	After STZ <sup>5)</sup>		Weight	P/BW <sup>6)</sup>
Control	146.7±10.0 <sup>2)</sup>	132.5±12.9 <sup>NS3)</sup>	74.2±17.2 <sup>7)</sup>	150.4±21.0 <sup>a</sup>	542±63 <sup>NS</sup>	154±20 <sup>a</sup>
D-control	148.6±10.8	139.3±17.1	-36.7±16.9 <sup>b</sup>	369.7±34.4 <sup>b</sup>	565±65	224±30 <sup>b</sup>
20% TFD	144.4±10.2	130.0±12.3	-29.4±19.9 <sup>b</sup>	326.7±93.8 <sup>b</sup>	604±70	249±31 <sup>b</sup>
40% TFD	147.9±10.8	129.3±13.7	-30.0±24.1 <sup>b</sup>	330.0±95.7 <sup>b</sup>	613±78	242±28 <sup>b</sup>
20% TFSD	152.1±11.2	138.6±10.7	-48.6±15.7 <sup>b</sup>	334.7±82.7 <sup>b</sup>	614±77	256±36 <sup>b</sup>
40% TFSD	154.4±11.6	138.8±19.0	-38.1±23.3 <sup>b</sup>	336.8±91.7 <sup>b</sup>	575±79	230±38 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Diet abbreviations: Control: normal group, D-control: diabetic control, 20% or 40% TFD: Diabetic-20% or 40% tea fungus/kombucha beverage mixed with water, 20% or 40% TFSD: Diabetic-20% or 40% disinfection of tea fungus/kombucha beverage mixed with water.

<sup>2)</sup>All values are mean±SD(n=6). <sup>3)</sup>Not significant

<sup>4)</sup>Before streptozotocin(STZ) injection for 3 weeks

<sup>5)</sup>After streptozotocin(STZ) injection for 4 weeks. <sup>6)</sup>Pancrease weight/100g body weight

<sup>7)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at  $p < 0.05$ .

**Table 2. Serum total lipid, triglyceride and phospholipid concentrations of male rats fed tea fungus/kombucha beverage for 49 days** (mg/dl)

Groups <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Control	260.8±48.3 <sup>2)a3)</sup>	62.5±17.8 <sup>a</sup>	89.2±13.1 <sup>a</sup>
D control	346.6±33.7 <sup>b</sup>	113.3±20.1 <sup>c</sup>	90.5±12.7 <sup>a</sup>
20% TFD	303.9±36.9 <sup>ab</sup>	89.6±15.9 <sup>b</sup>	101.3±21.8 <sup>ab</sup>
40% TFD	340.4±48.7 <sup>b</sup>	108.0±21.4 <sup>bc</sup>	123.7±22.5 <sup>b</sup>
20% TFSD	295.9±46.7 <sup>ab</sup>	87.6±16.0 <sup>b</sup>	91.6±11.6 <sup>bc</sup>
40% TFSD	327.8±31.6 <sup>b</sup>	96.6±20.5 <sup>bc</sup>	107.5±12.0 <sup>bc</sup>

<sup>1)2)</sup>See the legends in Table 1.

<sup>3)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at  $p<0.05$ .

당뇨쥐의 중성지질농도를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다. 혈청의 인지질농도는 대조군에 비하여 당뇨 40% 발효홍차군과 당뇨 40% 감압멸균 발효홍차군은 유의하게 증가( $p<0.05$ )되었으나 그 외 각군은 차이를 보이지 않았다.

혈청의 총 콜레스테롤 농도는 각 당뇨발효홍차군이 당뇨대조군보다 유의하게 감소( $p<0.05$ )하여 대조군과 비슷한 경향을 보였다. 이는 발효홍차가 당뇨쥐의 혈청 총 콜레스테롤치를 정상 수준으로 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 각 당뇨발효홍차군이 다소 증가( $p>0.05$ )되었으나 유의한 차이는 아니었다. 그러나 HDL-콜레스테롤 농도/총 콜레스테롤 농도의 비율은 당뇨대조군에 비

하여 각 당뇨발효홍차군이 유의하게 증가( $p<0.05$ )되었다.

당뇨합병증의 원인이 되는 LDL-콜레스테롤의 억제 효과를 비교해 보면 당뇨대조군  $34.2\pm 4.2\text{mg/dl}$ 에 비하여 당뇨발효홍차군은  $12.5\pm 3.9\sim 20.6\pm 5.3\text{mg/dl}$ 로 유의하게 낮은( $p<0.05$ ) 수준을 보였고, 대조군에 비하여 당뇨대조군은 높은( $p<0.05$ ) 수준을 보였으나, 20%와 40% 당뇨발효홍차군은 유의하게 낮은( $p<0.05$ ) 수준으로 억제효과가 있는 것으로 나타났다. 순환기계로부터 오는 성인병은 동맥경화에 의하여 발병이 시작되므로 이러한 원리를 이용하여 순환기계질환의 발병 초기 지표로 알려진 동맥경화지수에 미치는 영향을 조사한 바 당뇨대조군에 비하여 각 당뇨발효홍차군은 35.6~40.9%나 현저히 억제되는 것으로 나타났다

간의 지질농도 변화는 Table 4와 같다. 총 지질농도는 대조군에 비하여 당뇨 20%와 40% 발효홍차군이 감소( $p<0.05$ )하였으나, 그 외 각 실험군은 대조군과 비슷한 농도를 보였다. 총 콜레스테롤 농도는 대조군과 각 실험군이 비슷한 경향으로 발효홍차군에 의한 영향은 나타나지 않았다. 그리고 인지질농도는 대조군에 비하여 당뇨 40% 감압멸균 발효홍차군은 유의하게 증가( $p<0.05$ )되었으나 그 외 각군은 차이를 보이지 않았다.

중성지질농도는 대조군에 비하여 당뇨대조군과 각 당뇨발효홍차군이 유의하게 감소( $p<0.05$ )되었다. 특히 당뇨쥐에서 간의 중성지질이 감소되었음은 energy원

**Table 3. Serum total cholesterol(A), HDL-cholesterol(B), concentrations, B/A ratio, and atherogenic index(AI) of rats fed tea fungus/kombucha beverage for 49 days** (mg/dl)

Groups <sup>1)</sup>	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL cholesterol	(B)/(A) 100(%)	AI <sup>3)</sup>
Control	72.6±10.5 <sup>2)a</sup>	35.3±8.9 <sup>a4)</sup>	24.8±4.8 <sup>c</sup>	48.6±7.0 <sup>ab</sup>	1.06±0.24 <sup>a</sup>
D control	95.0±10.6 <sup>b</sup>	38.1±8.0 <sup>a</sup>	34.2±4.2 <sup>d</sup>	40.1±8.1 <sup>a</sup>	1.49±0.28 <sup>b</sup>
20% TFD	75.2±7.6 <sup>a</sup>	39.9±6.6 <sup>a</sup>	17.3±5.2 <sup>ab</sup>	53.0±7.2 <sup>b</sup>	0.88±0.30 <sup>a</sup>
40% TFD	72.3±11.6 <sup>a</sup>	38.2±6.8 <sup>a</sup>	12.5±3.9 <sup>a</sup>	52.8±6.4 <sup>b</sup>	0.89±0.25 <sup>a</sup>
20% TFSD	77.6±8.8 <sup>a</sup>	40.2±4.7 <sup>a</sup>	19.9±5.0 <sup>bc</sup>	55.7±4.8 <sup>b</sup>	0.93±0.21 <sup>a</sup>
40% TFSD	81.3±9.4 <sup>a</sup>	41.4±6.1 <sup>a</sup>	20.6±5.3 <sup>bc</sup>	50.4±5.5 <sup>b</sup>	0.96±0.31 <sup>a</sup>

<sup>1)2)</sup>See the legends in Table 1. <sup>3)</sup>AI=(total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol

<sup>4)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at  $p<0.05$ .

**Table 4. Liver total lipid, triglyceride, phospholipid and total cholesterol concentrations of rats fed tea fungus/kombucha beverage for 49 days** (mg/g of wet liver)

Groups <sup>1)</sup>	Total lipid	Total cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
Control	62.34±6.24 <sup>2)b3)</sup>	4.92±0.60 <sup>NS</sup>	26.26±5.20 <sup>c</sup>	28.68±4.24 <sup>a</sup>
D-control	55.30±5.70 <sup>ab</sup>	4.82±0.94	18.88±4.28 <sup>b</sup>	29.20±4.08 <sup>a</sup>
20% TFD	53.06±1.80 <sup>a</sup>	4.48±0.46	16.20±2.24 <sup>ab</sup>	29.48±2.50 <sup>a</sup>
40% TFD	50.98±6.16 <sup>a</sup>	4.32±0.48	13.86±2.80 <sup>a</sup>	28.46±3.58 <sup>a</sup>
20% HTFD	56.04±4.52 <sup>ab</sup>	4.40±0.48	16.08±1.06 <sup>ab</sup>	33.34±4.50 <sup>ab</sup>
40% HTFD	61.62±7.14 <sup>ab</sup>	4.46±0.62	18.46±5.26 <sup>ab</sup>	35.72±3.42 <sup>b</sup>

<sup>1)2)</sup>See the legends in Table 1.

<sup>3)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at  $p<0.05$ .

으로 포도당을 이용하지 못하고 간이나 근육 중의 지방을 동원하여 energy로 이용하기 때문에 체중의 감소와 더불어 정상 수준 이하로 감소되는 것이라 할 수 있다(23,24,28).

이상의 결과로 보아 당뇨쥐에 발효홍차를 급여한 바 당뇨병의 합병증 원인이 되는 혈청의 중성지질, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있고, HDL-콜레스테롤 농도/총 콜레스테롤 농도의 비율을 높이는 것으로 나타났으므로, 발효홍차가 당뇨쥐의 지질대사를 개선시키는 효과가 있는 것으로 생각된다.

## 요 약

발효홍차가 당뇨 쥐의 혈당과 지질농도에 미치는 영향을 조사하고자, 평균체중  $140 \pm 10g$  전후되는 Sprague-Dawley계 숫쥐에 음료수를 급여한 대조군, 당뇨대조군, 발효홍차군은 음료수에 발효홍차를 20%와 40%씩 혼합한 군과 감압멸균한 발효홍차를 20%와 40%씩 혼합하여 급여한 군 등 6군으로 나누어 각 실험음료로 3주간 사육한 다음, streptozotocin으로 당뇨를 유발시키고 계속 4주간 각 실험음료로 사육하였다. 체중의 변화는 당뇨 유발전 3주간 체중증가는 대조군과 각 농도별 발효홍차 급여군이 비슷하였슴은 발효홍차가 성장률에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 그러나 당뇨유발후 4주간의 체중변화는 대조군은 72.4g 증가하였으나, 당뇨대조군과 각 농도별 당뇨발효홍차군은 당뇨로 인한 대사장애로 29.4~48.6g의 체중이 감소되었다. 체장 총 무게는 당뇨대조군에 비하여 당뇨 20% 발효홍차군, 당뇨 40% 발효홍차군 및 당뇨 20% 감압멸균한 발효홍차군은 유의하게 증가( $p < 0.05$ )되었다. 체중 100g당 체장 무게는 대조군에 비하여 당뇨대조군과 각 농도별 당뇨 발효홍차군이 유의하게 증가( $p < 0.05$ )되었다. 혈당량은 당뇨대조군과 당뇨발효홍차군이 비슷한 경향으로 혈당량을 낮추지는 못하였다. 혈청의 중성지질농도는 당뇨대조군에 비하여 당뇨 20% 발효홍차군과 당뇨 20% 감압멸균 발효홍차군이 감소( $p < 0.05$ )되었으며, 총 콜레스테롤 농도는 각 당뇨발효홍차군이 당뇨대조군보다 유의하게 감소( $p < 0.05$ )하여 대조군과 비슷한 수준으로 발효홍차가 당뇨쥐의 혈청 총 콜레스테롤치를 정상수준으로 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다. HDL-콜레스테롤 농도는 각군이 차이를 보이지 않았으나, HDL-콜레스테롤 농도/총 콜레스테롤 농도의 비율은 당뇨대조군에 비하여 각 당뇨발효홍차군이 유의하게 증가( $p < 0.05$ )되었다. LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경

화지수는 당뇨대조군에 비하여 각 당뇨발효홍차군은 유의하게 낮은( $p < 0.05$ ) 수준을 보였다. 간의 총 지질농도는 대조군에 비하여 당뇨 20%와 40% 발효홍차군이 감소( $p < 0.05$ )하였으나, 총 콜레스테롤 농도는 대조군과 각 실험군이 비슷한 경향을 보였다. 중성지질농도는 대조군에 비하여 당뇨대조군과 각 당뇨발효홍차군이 유의하게 감소( $p < 0.05$ )되었다. 이상의 결과로 보아 당뇨쥐에 발효홍차를 급여한 바 당뇨병 합병증의 원인이 되는 혈청의 중성지질, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있으므로 발효홍차가 당뇨쥐의 지질대사를 부분적으로 개선시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 1998년도 신라대학교 연구비로 이루어졌으며, 연구비 지원에 대하여 감사드립니다.

## 문 헌

1. Frank, G. : *Kombucha, la boisson au champignon de longue vie*. W. Ennsthalier, Austria(1990)
2. Chanbionnat, M. : Contribution a l'etude du champignon japonais. *Bull. Soc. Hist. Nat. Maroc.*, **33**, 3-8(1952)
3. Zottner, G. : Note de bacteriologie a propos du champignon japonais. *Bull. Soc. Hist. Nat. Maroc.*, **33**, 9-11(1952)
4. Abadie, M. : Association de *Candida mycoderma* Reess Lodder et d'*Acetobacter xylinum* Brown dans fermentation des infusions de the. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, **12**, 765-780(1961)
5. Steinkraus, K. H., Shapiro, K. B., Hotchkiss, J. H. and Mortlock, R. P. : Investigation into the antibiotic activity of tea fungus/kombucha everage. *Acta biotechnologica*, **16**, 199-205(1996)
6. Frank, G. W. : *Kombucha, healthy beverage and natural remedy from the Far East*. W. Ennsthalier, Austria (1991)
7. Reiss, J. : The tea fungus and its metabolic products. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, **83**, 286-290(1987)
8. Hauser, S. P. : Dr. Sklenar's kombucha mushroom infusion a biological cancer therapy. *Schweiz Rundsch. Med. Prax.*, **79**, 243-246(1990)
9. Stadelman, E. : Der Teepilz und seine antibiotische Wirkung. *Zentralbl. Bakt. Parasit. Inf. Hyg.*, **180**, 401-435(1961)
10. Steiger, K. E. and Steinegger, E. : On the tea fungus. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, **32**, 133-154(1957)
11. Choi, M. A. : A study on fermentation of black tea beverage by tea fungus. Taejeu Hyosung Catholic University Graduate School Ph.D. Dissertation(1995)
12. Rayfield, E. J. and Ishimura, K. : Environmental factors and insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes*

- Metab. Rev.*, **3**, 925-930(1987)
13. Yoon, J. W., Kim, C. J., Park, C. Y. and McArthur, R. G. : Effect of environmental factors on development of insulin-dependent diabetes mellitus. *Clin. Invest. Med.*, **10**, 459-466(1987)
  14. Williams, S. R. : *Nutrition and therapy*. Mosby, pp.635-660(1993)
  15. Reaven, G. M. : Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, **37**, 1595-1067(1988)
  16. Raabo, E. and Terkildsen, T. C. : On the Enzymatic determination of blood glucose. *Scand. J. Clin. Invest.*, **12**, 402-407(1960)
  17. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. S. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509(1957)
  18. Frings, C. S. and Dunn, R. T. : A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulphospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.*, **53**, 89-91(1970)
  19. Friedwald, W. T., Levy, R. I. and Fedreicson, D. S. : Estimation of the concentration of low densitylipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, **18**, 499-508(1972)
  20. Haglund, O., Loustarinen, R., Wallin, R., Wibell, I. and Saldeen, T. : The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur. J. Nutr.*, **121**, 165-172(1991)
  21. Choi, N. J. and Han, Y. J. : Effects of soy protein on plasma glucose, lipids and hormones in streptozotocin-diabetic rats. *Korea J. Nutrition*, **27**, 883-891(1994)
  22. Lee, J. S., Son, S. H., Maeng, Y. S., Chang, Y. K. and Ju, J. S. : Effects of buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korea J. Nutrition*, **27**, 819-827(1994)
  23. Koh, J. B. : Effects of raw soy flour and magnesium on serum glucose and lipid metabolism in streptozotocin-diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 963-968(1996)
  24. Koh, J. B. : Effects of raw soy flour(yellow and black) on serum glucose and lipid concentrations in streptozotocin-diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 313-318(1998)
  25. Kakade, M. L., Hoffa, D. E. and Liener, I. E. : Contribution of trypsin inhibitors to the deleterious effects of unheated soybeans fed to rats. *J. Nutr.*, **103**, 1772-1778(1973)
  26. Baker, H. J., Lindsey, J. R. and Weisbroth, S. H. : *The laboratory rat*. Academic Press, Inc., New York, Vol. II, p.123(1984)
  27. Goodman, A., Goodman, L. S. and Gilman, A. : *The pharmacological basis of therapeutics*. 6th ed., Macmillan, Publishing Co. INC, New York, p.1615(1975)
  29. Koh, E. T., Mueller, J., Osilesi, O., Kenhans, A. and Reiser, S. : Effects of fructose on lipid parameters in obese and lean, diabetic and nondiabetic Zucker rats. *J. Nutr.*, **115**, 1274-1284(1985)

(1999년 2월 9일 접수)