

## 맥문동 물 추출물의 식이가 Streptozotocin으로 유도한 당뇨 흰쥐의 혈당과 혈청 콜레스테롤 함량에 미치는 영향

임정교<sup>1†</sup> · 강명수<sup>2</sup> · 박인경<sup>3</sup> · 김순동<sup>3</sup>

<sup>1</sup>대구미래대학 제과제빵학과, <sup>2</sup>대구미래대학 호텔조리학과, <sup>3</sup>대구가톨릭대학교 식품산업학부

### Dietary Effect of *Liriopsis* Tuber Water Extracts on the Level of Blood Glucose and Serum Cholesterol in Streptozotocin-Induced Diabetic Rat

Jung-Gyo Im<sup>1†</sup>, Myung-Su Kang<sup>2</sup>, In-Kyung Park<sup>3</sup> and Soon-Dong Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Confectionary Decoration, Daegu Mirae College, Gyungsan 712-716, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Hotel Culinary Arts, Daegu Mirae College, Gyungsan 712-716, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Technology, Food Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea

#### Abstract

The dietary effect of water extracts of *Liriopsis* tuber(WELT) in the diabetic SD-rats on the level of blood sugar and serum cholesterol was investigated. The experimental plots divided into normal group(N), diabetic control(DC), 5% WELT-group(WELT-I) and 10% WELT-group (WELT-II). Each group was fed for 6 weeks, then continuously fed for 1 more week after streptozotocin injection. The loss of the body weight fed for one week after induction of the diabetes was 2.2~6.3% in the WELT-I and -II groups, but it was 18.6% in the DC-group. There was no significant difference in the feed intakes after diabetes induction between N-group and WELT-group, while it was significantly increased in DC-group. The feed efficiency ratios before diabetes induction were 1.70 in WELT-I group, 1.53~1.59 in the N, DC and WELT-II group, while the ratios after diabetes induction were 0.92 in DC-group, 1.51~1.83 in the N, WELT-I and -II group. While the amounts of water intakes for one week after diabetes induction was 625.4 mL in the DC-group, and it were 364.3~371.1 mL in the WELT-groups showing no significant difference with N-group. The excretion amounts of urine were 431.96 mL in DC-group for one week after diabetes induction, and it was 182~192.84 mL in WELT-groups. The ratios of liver weight against body weight were 2.74% in N-group, 2.93~2.96% in WELT-groups, but it was 4.01% in DC-group. The level of blood glucose in WELT-groups fed for one week after diabetes induction were 136.8~138.6 mg/dL showing no significant difference with N-group, but it was 357.8 mg/dL in DC-group. The level of serum triacylglycerol and serum total cholesterol were 93.8 and 68.7 mg/dL in N-group, 120.1 and 101.6 mg/dL in DC-group, 97.4~100.6 and 60.8~67.7 mg/dL in WELT-groups, respectively, showing no significant difference between N-group and WELT-groups. HDL-cholesterol/total cholesterol ratio were 0.63 in N-group, 0.57~0.67 in WELT-groups, which was significantly higher than that of DC-group( $p<0.05$ ). Atherogenic index were 0.58 in N-group, 0.49~0.74 in WELT-groups, but it was 1.32 in DC-group. The above results suggest that the WELT diets may have both preventive and curing effects against the diabetes.

Key words : *Liriopsis* tuber, water extracts, diabetes, blood glucose, serum cholesterol.

#### 서론

식생활과 생활양상의 변화에 따라 생활습관과 관련된 당뇨병의 발병율이 크게 증가되고 있다. 당뇨병은 심장병, 신장장애, 말초순환장애, 백내장을 비롯한 여러 가지 합병증을 가져오는 질병(Kim et al 1999)으로 인슐린이 분비되지 않는 제 1형과 인슐린 저항성과 인슐린 분비의 상대적 결핍으로 인해 발생하는 제 2형이 있다. 우리나라의 경우 전체 당

뇨환자의 90~95%가 인슐린 비의존성인 제 2형인 것으로 알려져 있으며(Ko et al 2002, Chang KJ 1999a), 그 대사적 특징은 혈당농도의 상승과 비정상적인 지질대사로 중성지질과 초저밀도지단백(very low density lipoprotein: VLDL) 함량은 증가되고, 고밀도지단백(high density lipoprotein: HDL)-콜레스테롤은 감소되어 관상동맥 질환이 쉽게 유발될 수 있다(Chang KJ 1999b, Kweon et al 2002a)는 것이다. 당뇨에 대한 영양학적인 연구는 주로 단백질, 지방 및 탄수화물 등의 거대 영양소에 초점이 맞추어져 왔으나(Cho & Bang 2004a), 최근에 들어 비타민류(B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, C)와 셀레늄, 크로미움 등의 무기질도 당뇨관리에 중요한 영양소로 보고(Reddi AS 1986)되고 있으며

<sup>†</sup> Corresponding author : Jung-Gyo Im, Tel: +82-53-810-9402, Fax : +82-53-810-9467, E-mail: imjg@dmc.ac.kr

이러한 연구와 더불어 식물체가 포함하는 화합물질(phytochemicals)을 이용하여 당뇨를 예방하고 치료하고자 하는 연구들도 시도되고 있다(Kweon et al 2002b, Cho & Bang 2004b, Kang et al 2001, Kim et al 1998, Lee et al 1997).

맥문동은 다년생 초본으로 가늘고 긴 수염뿌리 끝에 짧은 방추형의 덩이뿌리를 형성하고, 잎은 뭉쳐서 나며 꽃은 긴 꽃대 밑에서부터 피기 시작하여 꽃대 끝까지 피는 총상화서로 장과는 벽흑색 구형이다(Rhee & An 2003). 우리나라 중부이남, 일본, 중국 남부에 분포하며 근연식물로는 갈맥문동(*Liriope platyphylla*), 소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus*), 개맥문동(*Liriope spicata*) 등이 알려져 있다(Park & Geon 2003). 약용으로 사용되는 부위는 맥문동 또는 소엽맥문동의 뿌리 팽대부로 양음윤폐(養陰潤肺), 익위(益胃), 생진(生津), 청심제번(淸心除煩) 등의 작용이 있어 주로 진해(鎮咳), 거담(去痰)제로 사용하며 그밖에 자양(滋養), 강장(強壯), 이뇨(利尿), 지갈(止渴) 등에도 이용되고 있다(Kim et al 2001).

맥문동 및 그 근연 식물에 관한 연구는 활발히 이루어져 각종 성분과 다양한 약리활성이 밝혀져 있다. 갈맥문동 및 개맥문동에는 steroid계 saponin인 spicatoside A, B, ophiopogonin A, isoflavonoid,  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, steroidal glycosides, oligosaccharides 및 polysaccharides 등의 성분이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다(Tomoda & Kato 1968a, Tada et al 1980, Watanabe Y et al 1984). 또, 소엽맥문동에는 ophiopogonone A, B, B', D, D' 등이 있고 homoisoflavonoid류로 ophiopogonone A, B, methyllophiopogonone A, B, ophiopogonanone A, methyllophiopogonanone A, B 등이 있으며 그 외에  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, steroidal glycosides, oligosaccharides 및 polysaccharides 등이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다(Kang et al 1989, Tomoda & Kato 1996a, Skehan et al 1990, Tomoda & Kato 1968, Tada et al 1980a).

맥문동의 일반적인 약리작용으로는 혈당 강하 작용(Rhee IJ 1997), 항염증 작용(Shibata et al 1971), 항당뇨(Tomoda et al 1990) 및 ophiopogonin D의 IgM 항체 생산 억제 작용(Mita et al 1979a)이 알려져 있다. 또, 소엽맥문동에 함유된 saponin은 항부정맥 효과(Tomoda & Kato 1968b, Tada 등 1980b)가 있고, 소엽맥문동 및 개맥문동에는 백혈구 감소증에 대한 antagonist로의 작용이 알려져 있으며, 골수암 치료시 다른 약제와의 병용 투여가 고농도의 methotrexate 투여로 인한 부작용을 완화시킨다는 보고(Mita et al 1979b)도 있다. 뿐만 아니라 최근 연구에서 Cho & Bang (2004a)은 맥문동의 butanol 분획이 각종 암세포주에 대하여 강한 세포 독성을 나타낸다고 보고한 바 있어 항암제로서의 가능성을 보여주었다. 이와 같이 맥문동은 다양한 약리활성과 항당뇨, 항암제 및 그 보조요법으로서의 사용 가능성을 나타내고 있다.

본 연구에서는 예비실험의 결과 물 추출물의 혈청 지질농도 개선의 효과가 인정되어 맥문동의 열수 추출물을 이용한 건강 기능성 식품 제조에 대한 기초적 자료를 얻을 목적으로 그 열수 추출물을 먹인 흰쥐에 대하여 당뇨를 유발시킨 후에도 계속해서 동일 식이를 먹였을 때의 항당뇨 효과 유무를 조사하는 한편 혈청 지질에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

맥문동(*Liriope platyphylla* Wang et Tang)은 2003년도 국내 산을 대구 약령시장에서 구입하여 수돗물로 깨끗이 세척한 후 60°C에서 충분히 건조하여 사용하였다.

### 2. 맥문동 추출액의 조제

건조한 맥문동 600 g과 증류수 1L을 추출장치(Shin Yang Hi-Tech Co., Korea)에 넣어 24시간 동안 증숙하였다. 다음에 다시 증류수 4 L을 가하여 72시간 동안 가열, 추출하여 추출물 2.75 L(맥문동 218 mg/mL)을 얻었다.

### 3. 사료의 조제

실험식은 고지방식을 위해 AIN-76 diet(Teklad, USA)를 기본으로 하여 조제하였다. 식이성분으로는 choline bitartrate(ICN Biomedicals Inc. Germany), chromium potassium sulfate 및 ferric citrate(Kanto Chemical Co. Inc. Japan), zinc carbonate(Yakuri Pure Chemicals Co. Ltd., Japan), cellulose(Aldrich Chemical Company. Inc. USA), casein(Dae Jung Chemicals & Metals Co. Ltd, Korea), DL-methionine(Research Chemicals Ltd, Korea), corn starch(Dusan Corn Products Co, Ltd, Korea), sucrose(Sam yang Co. Ltd., Korea), corn oil(Jeiljedang, Co., Ltd, Korea)을, mineral 및 vitamin mixture는 AIN-76(Teklad, USA)에 따라 조합하였다. 기본식은 탄수화물 : 단백질 : 지질의 비를 60 : 20 : 15로 조정하였다.

### 4. 실험동물과 사육방법

실험동물은 평균체중이 105.5 g 되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 40마리를 rat-용 펠렛 사료로 일주일간 적응시킨 후, 난괴법(randomized complete block design)에 따라 정상군(Normal)과 당뇨 실험군으로 당뇨 대조군(Dia-control)과 예비실험의 결과에 따라 맥문동 추출물 5% 식이군(WELT-I), 맥문동 추출물 10% 식이군(WELT-II)으로 하여 한 군에 10마리씩 4군으로 나누어 실험하였다. 실험식은 AIN-76 조제식을 기본으로 하여 Table 1과 같이 하여 사용하였다. 실험은 6주간 실험식이로 사육한 후 당뇨를 유발시키고 계속해서 1주

Table 1. Experimental plots and compositions of diet

(g/kg diet)

Ingredients	Normal	Dia-control <sup>4)</sup>	WELT-I <sup>5)</sup>	WELT-II <sup>6)</sup>
Casein	200	200	200	200
DL-Methionine	3	3	3	3
Corn starch	350	350	350	350
Sucrose	250	250	245	240
Corn oil	50	50	50	50
Lard	100	100	100	100
Mineral mix <sup>1)</sup>	35	35	35	35
Vitamin mix <sup>2)</sup>	10	10	10	10
Choline bitartrate	2	2	2	2
WELT <sup>3)</sup>	-	-	50	100
Total	1,000	1,000	1,000	1,000

<sup>1)</sup> Mineral mix(g/kg): calcium lactate 620.0, sodium chloride 74.0, potassium phosphate dibasic 220.0, potassium sulfate 52.0, magnesium oxide 23.0, manganous carbonate 3.3, ferric citrate 6.0, zinc carbonate 1.0, cupric carbonate 0.2, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.5 to make 1,000 mL.

<sup>2)</sup> Vitamin mixture was prepared according to AIN-76(Teklad, USA).

<sup>3-7)</sup> WELT: water extracts of *Liriopsis tuber*(218 mg/mL), Dia-control: diabetes control, WELT-I and WELT-II: The diets were composed of 5 and 10% WELT against the total amounts of the diet, respectively.

간 사육하였다. 사육중 물과 사료는 자유 섭취시켰으며, 매주 체중을 측정하고 식이 섭취량과 수분 섭취량은 급여량과 잔여량의 차이로 측정하였다. 사육장은 stainless steel 장을 사용하였고, 온도는 21±2℃, 습도는 60±5%로 조정하였으며, 명암은 광주기와 암주기를 12시간으로 유지하여 사육하였다.

## 5. 당뇨 유발

STZ(Sigma Chem. Co. MO, USA)을 0.01M citrate buffer(pH 4.2)에 녹여 37.2 mg/kg 농도로 복강에 주사하였으며, 혈당농도가 200 mg/dL 이상일 경우에 당뇨로 간주하였다.

## 6. 혈당, 뇨당 및 간장의 무게 측정

실험동물은 15시간동안 식이를 중단한 후 ether로 가볍게 마취하여 복부 대동맥에서 inferior vena cava로 취한 후 원심분리 튜브에 가하고 2~3회 가볍게 기울여 잘 섞이도록 하였다. 혈액은 4℃, 3000 rpm으로 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하였고, 분뇨는 metabolic cage 안에 따로 수집된 분과 뇨를 매일 일정한 시간에 채취하여 수거 즉시 무게와 부피를 측정하였으며, 혈청시료는 -70℃에 두면서 분석용 시료로 사용하였다. 간장의 무게는 분리한 후 phosphate buffered saline 용액으로 씻어내어 paper towel로 수분을 제거한 후 무게를 측정하였다. 혈당의 측정은 공복 시 꼬리정맥으로부터 혈액을 취하여 Gluco-Tester(Life Scan Inc., USA)를 이용하여 측정하였고, 뇨당은 Uriscan GP 29(YD Diagnostics, Seoul, Korea)로 각각 측정하였다.

## 7. 혈액지질농도의 측정

혈청의 중성지질, 총콜레스테롤 및 HDL 콜레스테롤 함량은 enzymatic assay kit(Nissui Pharm. Co Ltd, Japan)로 측정하였으며, 동맥경화지수(atherogenic index)는 (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol에 의하여 산출하였다.

## 8. 통계처리

본 연구에 대한 모든 실험 결과는 실험동물 10마리의 평균치±표준편차로 나타내었으며 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test 및 t-test를 행하였으며  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 체중, 식이섭취량, 식이효율

각 실험 식이로 6주간 사육한 후 STZ로 당뇨를 유발시키고 계속해서 1주간 사육하면서 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이효율을 측정된 결과는 Table 2~4와 같다. 체중은 초기에는 모든 실험군에서 주 평균 20% 정도 증가하였으며, 사육 3주 쯤까지는 정상군과 당뇨 식이군이 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ). 4~6주째의 체중증가율은 맥문동 식이군(WELT-I, -II)에서는 15.3~17.7%, 당뇨 대조군(DC)에서는 14.6%, 정상군(N)에서는 14%로 맥문동 식이군에서 높았다. 당뇨 유발 후에는 당뇨 유발 직전에 비하여 DC군은 18.6%의

Table 2. Changes in body weight of rat during feeding of water extracts of *Liriopsis* tuber for 7 weeks

(g/week)

Groups <sup>1)</sup>	Feeding weeks							
	0	1	2	3	4	5	6 <sup>3)</sup>	7
Normal	110.9±5.8 <sup>aA2)</sup>	165.5±9.6 <sup>dA</sup>	205.3±7.3 <sup>cA</sup>	210.9±9.1 <sup>cA</sup>	255.9±11.4 <sup>bB</sup>	287.3±11.2 <sup>aA</sup>	291.7±10.3 <sup>aA</sup>	316.6±9.3 <sup>aA</sup>
Dia-control	109.8±8.7 <sup>A</sup>	164.4±8.6 <sup>eA</sup>	208.2±4.3 <sup>dA</sup>	217.6±8.1 <sup>dA</sup>	259.0±12.7 <sup>bB</sup>	263.1±12.2 <sup>bB</sup>	296.7±12.8 <sup>aA</sup>	241.6±8.5 <sup>bB</sup>
WELT-I	105.9±7.5 <sup>eA</sup>	166.4±8.8 <sup>dA</sup>	211.4±6.8 <sup>cA</sup>	224.0±7.0 <sup>cA</sup>	275.2±10.4 <sup>bA</sup>	302.0±13.0 <sup>aA</sup>	323.8±12.1 <sup>aA</sup>	303.3±6.7 <sup>bA</sup>
WELT-II	112.3±8.9 <sup>eA</sup>	173.4±7.6 <sup>dA</sup>	210.1±6.6 <sup>cA</sup>	226.3±9.8 <sup>cA</sup>	273.0±11.4 <sup>bA</sup>	297.3±10.2 <sup>aA</sup>	314.7±11.3 <sup>aA</sup>	307.9±9.3 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1.<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations(Sds) of 10 rats, different superscripts within a row(a-f) and a column(A-B) indicates significant differences( $p<0.05$ ).<sup>3)</sup> STZ was injected after contorl diet feeding for 6 weeks.Table 3. Changes in feed intakes of rat during feeding of water extracts of *Liriopsis* tuber for 7 weeks

(g/week)

Groups <sup>1)</sup>	Feeding weeks						
	1	2	3	4	5	6 <sup>3)</sup>	7
Normal	145.3±3.1 <sup>aA2)</sup>	137.8±6.2 <sup>aA</sup>	138.2±5.4 <sup>aA</sup>	131.7±4.8 <sup>aA</sup>	105.3±6.1 <sup>bB</sup>	115.3±4.9 <sup>bB</sup>	112.1±5.3 <sup>bB</sup>
Dia-control	147.7±3.7 <sup>aA</sup>	149.5±4.6 <sup>aA</sup>	136.0±4.5 <sup>bA</sup>	136.0±4.5 <sup>bA</sup>	98.3±5.6 <sup>cB</sup>	122.4±5.3 <sup>bB</sup>	143.1±3.2 <sup>aA</sup>
WELT-I	142.6±3.8 <sup>aA</sup>	149.2±5.5 <sup>aA</sup>	147.2±5.7 <sup>aA</sup>	136.4±6.3 <sup>aA</sup>	108.0±4.6 <sup>bA</sup>	128.5±5.9 <sup>aA</sup>	128.8±3.3 <sup>bB</sup>
WELT-II	142.0±6.0 <sup>aA</sup>	148.9±5.4 <sup>aA</sup>	146.0±5.9 <sup>aA</sup>	138.7±5.4 <sup>abA</sup>	109.1±5.8 <sup>bA</sup>	127.3±6.0 <sup>abA</sup>	129.7±3.0 <sup>abB</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1.<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations(Sds) of 10 rats, different superscripts within a row(a-c) and a column(A-B) indicates significant differences( $p<0.05$ ).<sup>3)</sup> STZ was injected after contorl diet feeding for 6 weeks.Table 4. Feed intakes, weight gain and feed efficiency ratio of rat fed with water extracts of *Liriopsis* tuber during feeding for 7 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Feed intakes(g/week)		Weight gain(g/week)		Feed efficiency ratio	
	BDI <sup>2)</sup>	ADI <sup>3)</sup>	BDI	ADI	BDI	ADI
Normal	115.3±5.6 <sup>ab4)</sup>	112.1±5.6 <sup>aC</sup>	180.8± 5.6 <sup>bB</sup>	205.7± 5.6 <sup>aA</sup>	1.57±0.1 <sup>aB</sup>	1.83±0.1 <sup>aA</sup>
Dia-control	122.4±5.6 <sup>bB</sup>	143.1±2.7 <sup>aA</sup>	186.9± 6.6 <sup>abB</sup>	131.8± 3.2 <sup>bB</sup>	1.53±0.0 <sup>abB</sup>	0.92±0.1 <sup>bc</sup>
WELT-I	128.5±5.1 <sup>aA</sup>	128.8±3.8 <sup>abB</sup>	217.9± 6.5 <sup>aA</sup>	197.4±13.0 <sup>aA</sup>	1.70±0.1 <sup>aA</sup>	1.53±0.1 <sup>abB</sup>
WELT-II	127.3±5.4 <sup>aA</sup>	129.7±6.0 <sup>abB</sup>	202.4±10.5 <sup>aA</sup>	195.6± 9.1 <sup>aA</sup>	1.59±0.0 <sup>abB</sup>	1.51±0.1 <sup>abB</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1.<sup>2,3)</sup> BDI: before diabetes induction, ADI: after diabetes induction(STZ was injected after feeding for 6 weeks).<sup>4)</sup> Values are mean±Sds of 10 rats, different superscripts within a row(a-b) and a column(A-C) indicate significant differences( $p<0.05$ ).

체중 감소를 보인 반면 WELT-I 및 -II는 2.2~6.3% 감소를 보여 N군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 이 같은 현상은 DC군에서는 당뇨 유발로 인하여 포도당 이용이 저하됨으로서 세포가 기아상태로 되는 대사적 특징(Cho & Bang

2004b, Koh JB 1998)을 나타내는 반면 WELT-I, -II군에서는 항당뇨 효과가 나타난 것으로 생각된다.

식이 섭취량은 사육 4주 쯤까지는 WELT-I, -II군에서 다소 많았으나 DC군과 WELT-I 및 -II군간에 유의적인 차이를 보

이지 않았다( $p < 0.05$ ). 5주부터 6주째까지는 DC군보다 WELT-I, -II군에서 식이 섭취량이 더욱 많이 증가되는 경향을 보였다. STZ를 투여한 후의 식이 섭취량은 DC군이 당뇨 유발 전인 6주째에 비하여 11.7%가 증가하였다. N군과 WELT 식이군은 당뇨 유발 전인 6주째와 유발 후의 식이 섭취량이 거의 비슷한 경향을 보였으며 정상군과의 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ).

식이효율은 당뇨 유발 전에는 WELT-I 군이 1.70으로 가장 높았고, N군, DC군 및 WELT-II군은 1.53~1.59 범위로 이들간에는 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 당뇨 유발 후에는 DC군에서는 식이효율이 현저히 감소하여 0.92로 나타났다. N군과 WELT 식이군의 식이효율은 1.51~1.83 범위로 당뇨 유발 전과 유사한 식이효율을 나타내었다.

2. 음용수 섭취량 및 분뇨 배설량

음용수 섭취량은 Table 5에 나타내었다. 체중 증가에 따라 N군과 DC군 모두 그 섭취량이 점차적으로 증가하여 당뇨 유발 직전인 식이 6주째의 섭취량은 332.7~359.6 mL/week이었다. 그러나 6주째 당뇨를 유발시킨 후의 1주간 섭취량은 DC군이 625.4 mL/week으로 당뇨유발 직전에 비해 73.9%가 증가하였으며 WELT-I 군과 WELT-II군은 364.3~371.1 mL/week로 당뇨 유발 직전에 비하여 4.8%~9.7% 증가로 DC군에 비하여 그 섭취량이 현저하게 낮았다. 즉, 맥문동 물 추출물의 식이는 STZ로 유발시킨 당뇨 흰쥐의 다음현상을 감소시키는 효과를 나타내었다. DC군에서 나타나는 다음 현상은 당뇨병에서 보이는 주요 증상의 하나인 polydipsia로 STZ에 의하여 유발된 당뇨흰쥐의 경우에도 이러한 현상이 나타난다는 다수의 보고(Park et al 1994, Woo et al 1998a)와 같은 경향을 나타냈다.

당뇨 유발 후 1주 동안 실험동물의 분변과 뇨량을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 분변의 양은 DC군이 WELT군보다 많

Table 6. Excreted fecal weight and urine volume of diabetic-induced rat fed with water extracts of *Liriopsis tuber* for 1 week

Groups <sup>1)</sup>	Fecal weight (g/week)	Urine volume (mL/week)
Normal	40.3±3.46 <sup>c2)</sup>	174.38± 6.98 <sup>b</sup>
Dia-control	87.9±9.42 <sup>a</sup>	431.96± 0.33 <sup>a</sup>
WELT-I	43.6±6.20 <sup>b</sup>	187.36±14.36 <sup>b</sup>
WELT-II	51.5±6.60 <sup>b</sup>	192.84±18.81 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1, STZ was injected after feeding for 6 weeks.

<sup>2)</sup> Values are mean±Sds of 10 rats, different superscripts within a column(a-c) indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

았으며, 뇨량의 경우도 DC군은 대조구가 431.96 mL/week로 맥문동 식이군의 182.36~192.84 mL/week보다 많아 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). DC군에 있어 현저히 많은 뇨량은 당뇨병에 있어 당질대사의 비정상적인 주요 증상인 polyuria 현상(Woo et al 1998b)으로 사료된다.

3. 간장의 중량

실험동물의 간장 중량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 간의 무게는 N군이 8.7 g, 당뇨 대조구에서는 9.7 g, 맥문동 식이군에서는 8.9~9.1 g이었다. 일반적으로 정상 쥐의 간장 무게는 체중의 2.5% 내외로 보고(Rho et al 1998a)되고 있는데, 본 실험에 있어 체중 대비 간장 무게의 비율은 N군이 2.74%, WELT-I, -II군은 2.93~2.96%로 맥문동 물 추출물 식이군은 정상 쥐와 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 반면에 DC군에서는 4.01%로 정상 쥐와 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이는 간장 중에 콜레스테롤 및 중성지방 등이 축적되어 간의 무게가 증가된 것으로 생각된다(Rhee et al 2003).

Table 5. Changes in water intakes of rat during feeding of water extracts of *Liriopsis tuber* for 7 weeks

(mL/week)

Groups <sup>1)</sup>	Feeding weeks						
	1	2	3	4	5	6 <sup>3)</sup>	7
Normal	91.2±3.4 <sup>cA2)</sup>	109.4±5.7 <sup>dA</sup>	211.2±9.6 <sup>cA</sup>	216.4±10.2 <sup>bA</sup>	248.9± 9.3 <sup>bA</sup>	332.7±13.5 <sup>aA</sup>	359.3±16.2 <sup>aB</sup>
Dia-control	90.3±2.1 <sup>fA</sup>	118.4±5.4 <sup>eA</sup>	208.4±7.9 <sup>dA</sup>	211.1±12.2 <sup>dA</sup>	257.4± 8.3 <sup>eA</sup>	359.6±14.8 <sup>bA</sup>	625.4±29.1 <sup>aA</sup>
WELT-I	92.1±2.1 <sup>fA</sup>	126.6±6.9 <sup>eA</sup>	214.4±8.2 <sup>dA</sup>	239.6±14.2 <sup>dA</sup>	268.4±11.5 <sup>eA</sup>	347.6±14.8 <sup>bA</sup>	364.3±21.5 <sup>aB</sup>
WELT-II	95.6±2.3 <sup>eA</sup>	117.1±3.8 <sup>dA</sup>	220.6±9.2 <sup>cA</sup>	231.6±12.6 <sup>cA</sup>	236.3±11.9 <sup>eA</sup>	338.4±17.1 <sup>bA</sup>	371.1±19.8 <sup>aB</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1.

<sup>2)</sup> Values are mean±Sds of 10 rats, different superscripts within a row(a-f) and a column(A-B) indicate significant differences( $p < 0.05$ ).

<sup>3)</sup> STZ was injected after feeding for 6 weeks.

#### 4. 혈당, 뇨당 및 혈청 지질의 농도

혈당과 뇨당 농도는 Table 8에, 혈청 지질 농도는 Table 9에 나타내었다. 혈당의 수준은 당뇨 유발 전에는 N군과 당뇨군이 117.8~130.2 mg/dL로 정상적인 수준으로 이들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 당뇨 유발 후에는 DC군이 357.8 mg/dL로 당뇨병의 혈당 수준을 나타내었으며, WELT-I 및 -II군은 136.8~138.6 mg/dL로 N군(121.4 mg/dL)과 비

슷한 수준을 나타내었다. STZ는 췌장의  $\beta$ -세포를 손상시킴으로써 인슐린 분비를 감소시키며, 당질대사가 비정상적으로 되면서 당의 이용율은 감소되는 반면 포도당 신생합성효소의 작용으로 당신생이 촉진되어 당뇨병이 유발되는 것으로 보고(Kahn CR 1985, Like et al 1982)되고 있다. STZ 및 alloxan으로 유발된 당뇨쥐에 인삼 butanol 분획을 투여한 결과 인슐린 투여 시와 같은 혈당강하 효과가 나타났다는 보고(Huh & Kim 1983), Sheo et al 1986)도 있다.

뇨당은 당뇨 유발 전에는 N군과 DC군 사이에 유의적인 차이( $p < 0.05$ ) 없이 0.16~0.27 mg/dL이 검출되었으며 당뇨 유발 후에는 DC군에서는 0.97 mg/dL, N군과 WELT-I, -II군에서는 0.23~0.35 mg/dL로 맥문동 물추출물 식이군에서 그 함량이 낮았다.

혈청 중성지방과 혈청 총콜레스테롤 농도는 N군은 각각 93.8 mg/dL 및 68.7 mg/dL수준인데 비해 DC군은 혈청 중성지방과 혈청 총콜레스테롤 농도가 120.1 mg/dL 및 101.6 mg/dL로 높게 나타나 당뇨가 진행된 것으로 나타났으며, WELT-I은 혈청 중성지방과 혈청 총콜레스테롤 농도가 각각 100.6 mg/dL 및 60.8 mg/dL, WELT-II군은 각각 97.4

Table 7. Liver weight of rat fed with water extracts of *Liriopsis tuber* for 7 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Weight of liver(g)
Normal	8.7±0.56(0.0274) <sup>b2)</sup>
Dia-control	9.7±0.57(0.0401) <sup>a</sup>
WELT-I	8.9±0.67(0.0293) <sup>b</sup>
WELT-II	9.1±0.88(0.0295) <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1, STZ was injected after feeding for 6 weeks.

<sup>2)</sup> Values are mean±Sds of 10 rats, different superscripts within a column(a-b) indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

Table 8. Glucose level in blood and urine of rat before and after diabetes induced fed with water extracts of *Liriopsis tuber* for 7 weeks (mg/dL)

Groups <sup>1)</sup>	Blood			Urine		
	Feeding weeks			Feeding weeks		
	3	6 <sup>2)</sup>	7	3	6 <sup>2)</sup>	7
Normal	123.5±5.1 <sup>aA3)</sup>	117.8±5.8 <sup>aA</sup>	121.4± 6.2 <sup>aB</sup>	0.25±0.04 <sup>aA</sup>	0.24±0.05 <sup>aA</sup>	0.23±0.07 <sup>aB</sup>
Dia-control	111.6±5.4 <sup>bA</sup>	125.4±6.8 <sup>bA</sup>	357.8±13.2 <sup>aA</sup>	0.23±0.06 <sup>bA</sup>	0.23±0.09 <sup>bA</sup>	0.97±0.06 <sup>aA</sup>
WELT-I	116.4±5.4 <sup>bA</sup>	130.2±7.7 <sup>bA</sup>	136.8±10.4 <sup>aB</sup>	0.28±0.04 <sup>bA</sup>	0.27±0.08 <sup>bA</sup>	0.31±0.05 <sup>aB</sup>
WELT-II	115.4±5.7 <sup>bA</sup>	118.0±4.0 <sup>bA</sup>	138.6± 9.9 <sup>aB</sup>	0.29±0.07 <sup>bA</sup>	0.26±0.08 <sup>bA</sup>	0.35±0.07 <sup>aB</sup>

<sup>1)</sup> See Table 1 and Table 4.

<sup>2)</sup> STZ was injected after feeding for 6 weeks.

<sup>3)</sup> Values are mean±Sds of 10 rats, different superscripts within a row(a-b) and a column(A-B) indicate significant differences( $p < 0.05$ ).

Table 9. Level of triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol in serum of diabetes induced rat fed with water extracts of *Liriopsis tuber* for 7 weeks

Measurements	Normal	Dia-control <sup>1)</sup>	WELT-I <sup>2)</sup>	WELT-II <sup>3)</sup>
Triglyceride(mg/dL)	93.8± 8.1 <sup>b6)</sup>	120.1± 9.2 <sup>a</sup>	100.6±6.0 <sup>b</sup>	97.4±5.8 <sup>b</sup>
Total cholesterol(mg/dL)	68.7±10.4 <sup>b</sup>	101.6±11.1 <sup>a</sup>	60.8±3.7 <sup>b</sup>	67.5±3.3 <sup>b</sup>
Serum HDL-cholesterol(mg/dL)	43.6± 3.9 <sup>a</sup>	38.3± 4.3 <sup>a</sup>	40.9±4.0 <sup>a</sup>	43.8±4.1 <sup>a</sup>
HTR <sup>4)</sup>	0.63±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>b</sup>	0.67±0.07 <sup>a</sup>	0.57±0.06 <sup>a</sup>
Atherogenic index <sup>5)</sup>	0.58±0.05 <sup>b</sup>	1.32±0.07 <sup>a</sup>	0.49±0.06 <sup>b</sup>	0.74±0.12 <sup>b</sup>

<sup>1-3)</sup> See Table 1, STZ was injected after feeding for 6 weeks.

<sup>4)</sup> HTR: HDL-cholesterol/total cholesterol.

<sup>5)</sup> Atherogenic index: (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

<sup>6)</sup> Values are mean±Sds of 10 rats, different superscripts within a row(a-b) indicate significant differences( $p < 0.05$ ).

mg/dL 및 67.5mg/dL의 수준으로 정상군과 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ).

혈청 총콜레스테롤에 대한 HDL 콜레스테롤의 비율인 HTR은 N군이 0.63, WELT 식이군이 0.57~0.67로 유의적인 차이가 없었으나( $p < 0.05$ ), DC군의 0.43과는 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 동맥경화지수(Atherogenic index)는 N군이 0.58, WELT 식이군이 0.49~0.74로 DC군의 1.32보다 유의하게 낮은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 맥문동 물 추출물의 식이는 혈당의 강하효과와 혈청 중성지방 및 콜레스테롤농도를 저하시키는 효과를 나타냄으로서 당뇨병에 대한 효과를 기대해 볼 만하다.

여러 연구에서 혈당의 조절상태가 불량할수록 고지혈증이 심해지고 혈당이 정상으로 조절되면 고지혈증도 개선되는 것으로 보고(Sosenko et al 1980)되고 있다. 또, 당뇨가 진행될수록 혈중 저밀도지단백(very low density lipoprotein)의 제거율이 감소되어 혈중 중성지방이 증가하며(Cho & Bang 2004c, Toi AV 1977, Baron et al 1984), 콜레스테롤의 증가, 고밀도지단백(high density lipoprotein)농도의 감소가 동반되는 것으로 알려져 있다(Rho et al 1998b, Goldberg RR 1981).

## 요약 및 결론

맥문동 물 추출물(WELT, 218 mg/mL)이 streptozotocin으로 유발한 당뇨 흰쥐의 혈당과 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사하였다. 실험군은 정상군(N)과 당뇨대조군(DC), 맥문동물추출물(218 mg/mL) 5% 식이군(WELT-I) 및 10% 식이군(WELT-II)으로 나누어 6주간 사육한 후 당뇨를 유발시키고 계속해서 1주간 더 사육하였다. WELT 식이군 쥐의 체중은 4~6주째에는 N군보다 1.3~3.7% 정도 높았으며, 당뇨 유발 후 1주째의 체중감소율은 2.2~6.3%로 DC군 18.6%에 비하여 현저히 낮았으며 N군과의 유의적인 차이가 없었다. WELT군의 식이섭취량은 당뇨 유발 전 5~6주째는 타군에 비하여 다소 높았다. 당뇨 유발 후에는 DC군은 현저한 증가를 보인 반면 WELT 식이군은 정상군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식이효율은 당뇨 유발 전에는 WELT-I군에서 1.70, N군, DC군 및 WELT-II군에서는 1.53~1.59 이었다. 당뇨 유발 후에는 DC군이 0.92, N군과 WELT-I, -II군은 1.51~1.83이었다. 음용수 섭취량은 당뇨 유발 전에는 처리간의 차이를 보이지 않았으나 당뇨 유발 후에는 DC군이 625.4 mL/week, WELT-I 및 WELT-II군은 364.3~371.1 mL/week로 정상군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 당뇨 유발 후 1주간의 뇨량은 DC군이 431.96 mL, WELT-I 및 -II군이 182.36~192.84 mL로 식이군에서 낮았다. 체중 대비 장장 무게 비율은 N군이 2.74%, WELT 식이군이 2.93~2.96%, DC군

이 4.01%이었다. 당뇨 유발 후의 혈당 함량은 DC군이 357.8 mg/dL, WELT-I 및 -II군이 136.8~138.6 mg/dL로 WELT 식이군은 N군 121.4 mg/dL과의 유의적인 차이가 없었다. 혈청 중성지방과 혈청 총콜레스테롤 농도는 N군은 각각 93.8 mg/dL 및 68.7 mg/dL수준인데 비해 DC군은 혈청 중성지방과 혈청 총콜레스테롤 농도가 120.1 mg/dL 및 101.6 mg/dL로 높게 나타나 당뇨가 진행된 것으로 나타났으며, WELT-I은 혈청 중성지방과 혈청 총콜레스테롤 농도가 각각 100.6 mg/dL 및 60.8 mg/dL, WELT-II군은 각각 97.4 mg/dL 및 67.5mg/dL의 수준으로 정상군과 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 혈청 총콜레스테롤에 대한 HDL 콜레스테롤의 비율인 HTR은 N군이 0.63, WELT 식이군이 0.57~0.67로 유의적인 차이가 없었으나( $p < 0.05$ ), DC군의 0.43과는 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 동맥경화지수(Atherogenic index)는 N군이 0.58, WELT 식이군이 0.49~0.74로 DC군의 1.32보다 유의하게 낮은 값을 나타내었다. 이상의 결과 맥문동 물 추출물의 식이(5~10%)는 당뇨병을 예방 또는 치유하는데 효과( $p < 0.05$ )를 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 2003년도 교육인적자원부 재정지원사업 특성화 I 영역 지원의 일부에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## 문헌

- Baron H, Levy E, Oschry Y, Ziv E, Scafrir E (1984) Removal effect of very low density lipoproteins from diabetic rats. *Biochem Biophys Acta* 793: 115-118.
- Chang KJ (1999) Effects of taurin and  $\beta$ -alanine on blood glucose and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 213-220.
- Cho YJ, Bang MA (2004) Effects of dietary seaweed on blood glucose, lipid and glutathione enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 987-994.
- Cho YJ, Bang MA (2004) Hypoglycemic and antioxidative effects of dietary sea-tangle extracts supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. *The Korean of Nutrition* 37: 5-14.
- Goldberg RR (1981) Lipid disorders in diabetes. *Diabetes Care* 4: 561-572.

- Huh IH, Kim DY (1983) Effect of ginseng butanol fraction on streptozotocin-induced hyperglycemic rats. *Yakhak Hoeji* 27: 215-220.
- Kahn CR (1985) The molecular mechanism of insulin action. *Ann Rev Med* 36: 429-451.
- Kang SS, Lee DY, Son KH, Do JC (1989) Two steroidal saponins from the tubers of *Liriope spicaru*. *Pharm Res* 12: 295-299.
- Kang TS, Kang MS, Sung JM, Kang AS, Shon, HR, Lee SY (2001) Effect of *Pleurotus eryngii* on the blood glucose and cholesterol in diabetic rats. *Korean J Micology* 29: 86-90.
- Kim SD, Ku YS, Lee IZ, Park IK, Youn KS (2001) Optimization for hot water extraction condition of *Liriope spicata* tuber using response surface methodology. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 157-163.
- Kim SY, Lee WC, Kim HB, Kim AJ, Kim SK (1998) Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1217-1222.
- Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Ku HO, Lee HS, Lee KN (1999) Hypoglycemic effect of mulberry leaves with anaerobic treatment in alloxan-induced diabetic mice. *Korean J Pharmacogn* 30: 123-129.
- Kim WH (1983) Studies on the effects of Baiho-tang in the alloxan-diabetic rats. *J Orient Physiol* 1: 5-22.
- Ko SK, Kim SJ, Choi YE, Lee SJ, Park KS, Chung SH (2002) Anti-diabetic effects of mixed water extract from *Ginseng radix rubra*, *Acanthopanax cortex*, and *Cordyceps*. *Korean J Pharmacogn* 33: 337-342.
- Koh JB (1998) Effect of raw soy flour(yellow and black) on serum glucose and lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetics rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 313-318.
- Kweon MH, Kweon ST, Kweon SH, Ma MS, Park YI (2002) Lowering effects in plasma cholesterol and body weight by mycelial extracts of two mushrooms: *Agaricus blazei* and *Lentinus edodes*. *Korean J Microbial Biotechnol* 30: 402-409.
- Lee JS, Lee GS, Shin HK (1997) Effects of chicory extract on the serum glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *The Korean of Nutrition* 30: 781-788.
- Like AA, Ape MC, Rossin AA (1982) Autoantibodies in the BB/W rat. *Diabetes* 31: 816-820.
- Mita A, Shida R, Kasai N, Shoji J (1979) Enhancement and suppression in production of IgM-antibody in mice treated with purified saponins. *Biomedicine* 31: 223-227.
- Park JH, Geon DG (2003) Pharmacognostical studies on the chinese crude drug "Maig Moon Dong". *Korean J Pharmacogn* 34: 6-9.
- Park SH, Lee YK, Lee HS (1994) The effects of dietary fiber feeding on gastrointestinal functional and lipid and glucose metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 27: 311-322.
- Reddi AS (1986) Riboflavin nutritional status and flavoprotein enzymes in streptozotocin-diabetic rats. *Biochem Biophys Acta* 882: 71-76.
- Rhee IJ (1997) Effect of *Liriope* tuber extract on the decrease of blood glucose. *Hoysung Bull Pharm Sci* 2: 49-56.
- Rhee IJ, An JY (2003) Hepatoprotective effects of water extract of *Liriope* tuber on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Korean J Pharmacogn* 34: 166-171.
- Rhee IJ, Kim EJ, Jeong SW, Yang JH, Lee IS (2003) Effects of *Liriope* tuber extracts on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *Korean J Pharmacogn* 34: 65-69.
- Rho MH, Choi MA, Koh JB (1998) Effects of raw soy flour(yellow and black) on serum protein concentrations and enzyme activity in streptozotocin-diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 724-730.
- Sheo HJ, Jun SJ, Lee MY (1986) Effect of *Lycii fructus* extract on experimentally induced liver damage and alloxan diabetes in rabbits. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 136-143.
- Shibata M, Noguchi R, Suzuki M, Iwase H, Soeda K, Niwayama K, Kataoke E, Hamano M (1971) Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine. *Proc Hoshi Pharm* 13: 66-76.
- Skehan P, Streng R, Scudiero D, Monks A, McMaahon J, Visica D, Warren JT, Bokesch H, Kenny S, Boyd MR (1990) New colorimetry cytotoxicity assay for anticancer drug screening. *J Natl Cancer Inst* 82: 1107-1111.
- Sosenko JM, Lattimer SA, Kamijo M, Van-Huysen C, Sima AA, Greene DA (1980) Osmotically-induced nerve taurine depletion and the compatible osmolyte hypothesis in experimental diabetic neuropathy in the rat. *Diabetologia* 36: 608-614.
- Tada S, Saitoh T, Shoji J (1980) Studies on the constituents of *Ophiopogon* tuber. VII. Synthetic studies of homoiso-flavonoids. *Chem Pharm Bull* 28: 2487-2493.
- Tada S, Saitoh T, Shoji J (1980) Studies on the constituents of



- Ophiopogonins* tuber. VII. Synthetic studies of homoiso-flavonoids. *Chem Pharm Bull* 28: 2487-2493.
- Toi AV (1977) Hypertriglyceride in the diabetic rat. Defective removal of serum very low density lipoprotein. *Atherosclerosis* 26: 117-128.
- Tomoda M, Kato S (1996) Water-soluble carbohydrates of *Ophiopogon* tuber. I. isolation and determination of monosaccharides and oligosaccharides. *Syoyakugaku Zasshi* 20: 12-14.
- Tomoda M, Kato S (1968) Water soluble carbohydrates of *Ophiopogonins* tuber. II. Purification, properties and structures of three oligosaccharides. *Chem Pharm Bull* 16: 113-116.
- Tomoda M, Kato S (1968) Water soluble carbohydrates of *Ophiopogonins* tuber. II. Purifications properties and structures of three oligosaccharides. *Chem Pharm Bull* 16: 113-116.
- Tomoda M, Gonda R, Shimizu A, Kanari M (1990) A reticuloendothelial system activating glycan from the barks of *Eucommis ulmosdes*. *Phytochemistry* 29: 3091-3094.
- Watanabe Y, Sanada S, Ida Y, Shoji J (1984) Comparative studies on the constituents of a *Ophiopogonins* tuber and its congeners. III. Studies on the constituents of the subterranean part of *Ophiopogon ohwii* O. and *O. jaburan* L. *Chem Pharm Bull* 32: 3994-4002.
- Woo JY, Baek KY, Han JP (1998) Effect of royal jelly on therapy and prevention of streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1267-1272.
- (2004년 11월 4일 접수, 2004년 12월 3일 채택)