

## 홍경천 추출물이 Streptozotocin으로 유도된 당뇨쥐에 미치는 영향

최형택<sup>1</sup> · 최승필<sup>2</sup> · 김수현<sup>3</sup> · 함영안<sup>3</sup> · 이득식<sup>4</sup> · 함승시<sup>3†</sup>

<sup>1</sup>(주)신원 애프아이, <sup>2</sup>연변대학 농학원 식품과학학부, <sup>3</sup>강원대학교 바이오산업공학부, <sup>4</sup>동해대학교 외식산업학과

### Effects of *Rhodiola sachalinensis* Extract in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats

Hyung-Taek Choi<sup>1</sup>, Cheng-Bi Cui<sup>2</sup>, Soo-Hyun Kim<sup>3</sup>, Young-An Ham<sup>3</sup>,  
Deuk-Sik Lee<sup>4</sup> and Seung-Shi Ham<sup>3†</sup>

<sup>1</sup>Shin Won Food Industry Co., Ltd, Hwasung, 445-940, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Agriculture, Yanbian University, Long Jing 133400, China

<sup>3</sup>Dept. of Biotechnology & Bioengineering, Kangwon National University, Chun Chon 200-701, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Service Industry, Dong Hae University, Dong Hae 240-150, Korea

#### Abstract

The present study was undertaken to evaluate the effect of *Rhodiola sachalinensis* root ethanol extract (RS), on the body weight, organ weight, plasma glucose and plasma lipid in diabetic rats caused by streptozotocin (STZ). The body weight decreased more slowly in the RS group than in the diabetic, and the food intake increased significantly in all diabetic groups. The food efficiency was very low in all diabetic groups, but increased significantly in the RS groups than diabetic control ( $p<0.05$ ). In comparing the weight of organ, the weight of liver and kidney were increased in all diabetic groups than in the control, and decreased slightly in RS groups. The weight of heart and spleen were not different among all test groups. The glucose in serum was decreased significantly in the RS groups fed the RS for 4 weeks, compared to the diabetic control ( $p<0.05$ ). Total cholesterol, triglyceride and atherogenic index (AI) in serum were significantly higher in diabetic control, compared to the normal ( $p<0.05$ ), and decreased 16.7%, 18.3% and 45.0%, respectively, in the RS fed 300 mg/kg of RS. HDL-cholesterol was increased slightly more in the RS-300 mg/kg, compared to diabetic control. These findings suggest that RS treatment has protective effect in diabetes.

Key words : *Rhodiola sachalinensis* root, diabetic rat, glucose metabolism.

#### 서 론

대표적인 만성 소모성 질환의 하나인 당뇨병은 당이 뇌로 배설되는 질병으로 췌장에 있는 Langerhans 섬의  $\beta$ -세포에서 분비되는 insulin의 생리작용이 저조하거나 충분한 양의 insulin을 공급하지 못함으로서 생기는 질환이다(Shin et al 1997). 당뇨가 유발되면 insulin과 glucagon의 분비 이상으로 생체 내 대사 조절 기능이 비정상적으로 되어 고혈당증, 고지혈증, 케톤산증 및 근육과 지방세포에서의 변화도 생겨 당뇨병이 오래 지속되면 대혈관 합병증, 당뇨병성 신경병증 및 신장질환 같은 합병증을 야기하게 된다(Defrozo RA 1981, Steiner et al 1984, Young & Stout 1987). 현재 당뇨병 치료제로 사용되고 있는 경구 혈당강하제나,  $\alpha$ -glucosidase 저해제를 장기간 복용시 심장과 혈관 계통의 안전도에 문제가 생기며

(Shin et al 1997), 일부 환자에서 복부 팽만감, 구토, 설사 등 부작용을 나타낼 수 있어 그 사용이 제한되고 있다(Hanefeld 1998). 따라서 부작용이 적은 천연물로부터 혈당 강하제를 탐색하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서 사용한 홍경천(*Rhodiola sachalinensis* A. Bor)은 인삼과 가시오갈피 이후에 발견된 보건 약용 식물의 일종으로서 원기를 회복시키고 병과 독을 극복하고 장수하게 할 수 있어 “고원인삼”이라는 별칭을 가지고 있으며, 참돌꽃이라고도 불리는 홍경천은 고산지대에서 자라는 초본식물로서 돌나물과 돌꽃속에 속하는 다년생 초본이다(Chung TH 1974). 문헌으로 알려진 바에 의하면 홍경천의 주요한 효능으로는 원기 회복, 장수, 산소 결핍증 해소, 한랭, 피로 회복, 주의력 증진, 노화 억제, 노인병 예방, 체력 증진, 혈압 정상 회복, 기억력 증진, 각종 과민증 예방, 관상동맥 질환 예방, 근무력증 예방, 당뇨병 예방, 각혈, 해열, 폐렴, 부녀백대, 타박상, 화상 등에 유효하며 (Moon KS 1991, Jin et al 1994), 특히 임상 연구에 의하면 홍경천은 산소 결핍, 한랭, 피로, 마이크로파의 복사 등을 극복

\* Corresponding author : Seung-Shi Ham, Tel: +82-33-250-6453, Fax: +82-33-250-6453, Email: hamss@kangwon.ac.kr

하는데 뚜렷한 성능을 가지고 있을 뿐만 아니라, 주의력을 증강시키고 신체의 노화를 연장시키고 노인병을 예방하는 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Zang *et al* 1989, Petkov & Yonkov 1987). 현재까지 진행된 홍경천의 생리활성에 대한 연구로는 간 보호 활성(Udintsev SN 1992), 알코올 흡수 억제 효과(Kim & Park 1997), 항알러지 효과(Yoshikawa 1997), 항산화 작용(Ryu *et al* 1998)이 있다고 보고되었고, 항부정맥에 현저한 예방 효과가 있고(Maimeskulova & Maslov 1998) 학습력과 기억력을 개선시킨다는 보고가 있으며, 항산화, 항들연변이 및 세포 독성 효과가 있다고 보고되고 있다(Cui *et al* 2003).

이와 같이 홍경천의 여러 생리 활성 효과로 최근에는 많은 관심속에 연구가 활발히 진행되고 있고 홍경천은 건강식품 혹은 의약품 소재로서의 가치가 인정되고 있으며, 보다 구체적인 생리활성 효과에 대한 실험 결과가 필요한 시점이다. 본 연구에서는 중국에서 입수한 홍경천의 혈당 강하 효과를 검토함으로써 새로운 기능성 소재로서의 기초자료를 얻고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 추출

본 실험에 사용한 홍경천은 중국의 백두산에서 재배하는 홍경천 뿌리를 2002년에 중국 연변대학으로부터 입수하여 사용하였다. 건조된 홍경천 뿌리를 시료중량으로 10배의 70% 에탄올을 첨가하고 50°C에서 8시간씩 3회 추출하였으며, 감압 여과 장치에서 뜨거운 상태로 여과하여 -4°C 냉장실에 24시간 방치 후 감압농축기를 사용하여 추출용매를 제거한 후 동결건조기를 이용하여 건조시켰다.

### 2. 시 약

당뇨 실험에서 혈청 분석 시 Total cholesterol, triglyceride (TG), HDL-cholesterol 등의 함량 측정은 각각 아산제약 Kit를 사용하여 측정하였다. Streptozotocin(STZ)과 0.01 M citric acid buffer는 Sigma사의 것을 사용하였다. 그리고 Precision Q · I · D® Blood Glucose Monitoring System(Medisense Inc. USA) 혈당 측정계를 이용하여 혈당 농도가 300 mg/dL 이상인 것만을 당뇨병이 유발된 것으로 간주하여 실험에 사용하였다.

### 3. 실험동물

실험동물은 약 9주령이 된 BgiCrj:CD®(SD)IGS 계 웅성 흰쥐를 (주)바이오제노믹스로부터 분양받아 강원대학교 바이오산업공학부 동물실험 사육실에서 일주일간 적응시켜 사용하였으며, 각각의 실험군당 7마리를 사용하였다. 동물 사육 실 실험조건은 온도 21~26°C, 습도 45~55%로 유지시켰으며, 조명은 오전 9시에 자동 점등, 오후 9시에 자동 소등하여

12시간 간격으로 조명을 조절하였다. 사료는 삼양유지사료(주)의 마우스용 배합사료(조단백질 22.1%, 조지방 3.5%, 조섬유 5.0%, 회분 8.0%, 칼슘 0.6%, 인 0.4%)를 사용하였고, 물은 중류수를 공급하였으며 사료와 물을 자유롭게 먹도록 하였다. 1주간 안정시킨 후 실험동물을 난괴법에 따라 개체별 체중이 비슷한 쥐들을 선별하여 당뇨를 유발시키지 않은 기본식이 급여한 normal군, streptozotocin으로 당뇨를 유발한 당뇨 대조군, STZ-당뇨 유발 흰쥐에 홍경천 에탄올 추출물을 매일 각각 150 mg/kg, 300 mg/kg 체중 단위로 경구투여한 S-150군, S-300군으로 구분하여 사육하였다.

### 4. Streptozotocin에 의한 당뇨쥐 유발

당뇨를 유발하기 위하여 체장의 베타세포에만 특이적으로 작용하여 다른 기관에 영향을 미치지 않는다고 알려진 streptozotocin을 1주일 적응시킨 흰쥐에 0.01M citrate buffer (pH 4.5)에 용해시켜 1회(45 mg/kg BW) 복강 주사하여 최대 주사량이 1 mL 이내가 되도록 실험적으로 당뇨를 유발시켰다. 정상군은 동량의 citrate buffer 용액을 복강주사하였다. 당뇨 유발 확인은 streptozotocin을 주사한 후 48시간 후 공복 상태에서 꼬리정맥으로부터 채혈하여 Precision Q · I · D® Blood Glucose Monitoring System(Medisense Inc. USA) 혈당 측정계를 이용하여 혈당 농도가 300 mg/dL 이상인 것만을 당뇨병이 유발된 것으로 간주하여 실험에 사용하였다.

### 5. 체중 변화 및 식이 섭취량 및 식이 효율

체중 증가량은 전 실험 기간을 통하여 3일 간격으로 일정한 시간에 측정하였으며, 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 측정한 후 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였다. 식이 효율(Food efficiency ratio : FER)은 전 체중 증가량을 같은 기간 동안의 식이 섭취량으로 나누어줌으로써 계산하였다.

### 6. 분석시료의 채취

4주간 실험 사육한 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 에틸에테르로 가볍게 마취한 다음 복부 대동맥으로부터 혈액을 채취하여 4°C에서 30분간 방치한 후 400×g에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하여 -70°C에서 냉동 보관하면서 분석에 사용하였다. 장기는 채혈 후, 즉시 간장, 신장, 심장, 비장을 적출하였으며, 생리 식염수로 씻어내고 수분을 여과지로 제거한 후 무게를 측정하여 체중 100 g당의 장기 중량으로 환산하였다.

### 7. 혈당 및 혈청 분석

실험기간동안 동일 시간에 매주 한번 실험동물을 12시간 절식시킨 후 미정맥에서 혈액을 채취하여 혈당계(Medisense

Inc. USA)로 혈당을 측정하였으며, 혈액에서 분리한 혈청의 Total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol의 분석은 각각 아산제약 Kit를 사용하여 효소법으로 측정하였다.

### 8. 통계처리

본 실험에서의 모든 실험 결과는 SPSS(Statistical package for social sciences) package program을 이용하였으며, 각 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 군의 평균차의 통계적 유의성을  $p<0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 체중 변화, 식이 섭취량 및 식이 효율

Table 1과 Fig. 1은 각 실험군의 무게의 변화를 나타낸 것이다. 정상군인 경우 무게가  $287.9\pm4.9$  g에서 4주후  $413.6\pm13.5$  g으로  $125.7\pm13.9$  g의 지속적인 증가를 나타낸 반면 streptozotocin으로 당뇨를 유발한 군에서는 당뇨유발 1주 후부터 급격한 체중 감소를 나타내어  $301.4\pm6.8$  g에서 4주후  $240.8\pm14.6$  g으로  $60.6\pm21.7$  g이 감소하였다. 그러나 당뇨 유발된 쥐에 홍경천 에탄올 추출물을 4주간 각각 150 mg/kg과 300 mg/kg을 투여한 결과 완만한 체중 감소를 나타내면서 4주후에는 각각  $22.5\pm7.8$  g 및  $36.1\pm15.1$  g으로 체중의 증가를 나타내어 당뇨군과의 유의적인 증가를 나타내었다( $p<0.05$ ). 그러나 시료간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 이는 홍경천 에탄올 추출물의 투여가 당뇨에 의한 쥐의 체중 감소를 억제함을 알 수가 있었고 당뇨병 대사에 효과가 있을 것으로 추정되었다. Odaka & Matsuo(1992)는 streptozotocin 유도 당뇨쥐의 성장이 급격히 감소하여 체중 감소가 일어난다고 보고하였는데 이는 본 실험결과에서도 비슷

Table 1. The decrease effect of body weight of *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract in rats

Groups	Initial body weight (g)	Final body weight (g)	Increase body weight (g)
NC	$287.9\pm4.9^{1)a}$	$413.6\pm13.5^a$	$125.7\pm13.9^a$
DC	$301.4\pm6.8^a$	$240.8\pm14.6^c$	$-60.6\pm21.7^c$
DRS-150	$290.5\pm6.2^a$	$313.0\pm17.1^b$	$22.5\pm7.8^b$
DRS-300	$294.7\pm6.5^a$	$330.8\pm17.8^b$	$36.1\pm15.1^b$

NC : Normal control, DC : Diabetic control, DRS-150 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(150 mg/kg), DRS-300 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(300 mg/kg).

<sup>1)</sup> Values are mean±SD of 7 rat.

<sup>a-d</sup> Means with the different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

한 결과를 나타내었다. 또한, 홍경천 에탄올 추출물을 당뇨동물에 급여함으로써 체중 저하를 방지하고 당대사를 개선함으로써 당뇨병의 증세가 어느 정도 호전될 수 있음을 시사하였다.

Table 2는 식이 섭취량과 식이 효율을 나타낸 결과이다. 식이 섭취량은 모든 당뇨군에서 정상군에 비하여 유의적인 증가를 나타내었으며( $p<0.05$ ), 당뇨군과 홍경천 투여군 사이는

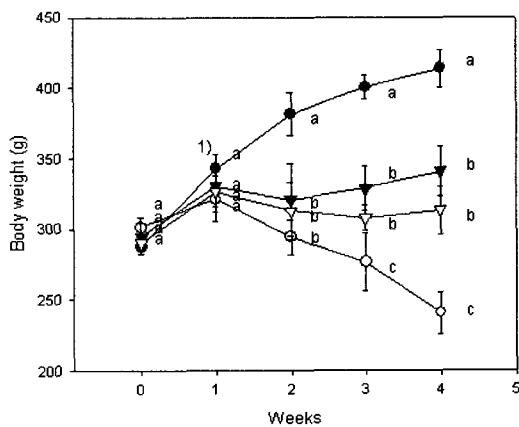


Fig. 1. Changes in body weights of diabetic rats fed on *Rhodiola sachalinensis* (RS) extract.

—●— : Normal control (NC), —▽— : Diabetic + RS (150 mg/kg),  
—○— : Diabetic control (DC), —▼— : Diabetic + RS (300 mg/kg).

<sup>1)</sup> Values are the mean±SD ( $n=7$ ).

<sup>a-d</sup> Means with the different letters in the same concentration are significantly by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

Table 2. Diet intake and feed efficiency ratio in diabetic rats fed on the experimental diets for 4 weeks (g/day)

Weeks	Group			
	NC	DC	DRS-150	DRS-300
0 day	$16.2\pm4.1^{1)a}$	$17.5\pm3.6^a$	$16.0\pm3.5^a$	$15.9\pm3.8^a$
1st week	$12.8\pm0.9^a$	$23.7\pm2.5^b$	$20.4\pm1.9^b$	$22.3\pm4.7^b$
2nd week	$14.3\pm2.8^a$	$24.2\pm1.9^b$	$23.2\pm5.0^b$	$24.4\pm3.6^b$
3rd week	$14.5\pm1.4^a$	$23.6\pm2.0^b$	$20.5\pm3.5^b$	$20.2\pm2.4^b$
4th week	$15.3\pm1.9^a$	$22.4\pm2.3^b$	$21.6\pm4.0^b$	$22.8\pm2.7^b$
Mean	$14.6\pm1.3^a$	$22.3\pm2.8^b$	$20.3\pm2.7^b$	$21.1\pm3.3^b$
Fer	$0.307\pm0.04^a$	$-0.097\pm0.05^c$	$0.040\pm0.01^b$	$0.061\pm0.06^b$

NC : Normal control, DC : Diabetic control, DRS-150 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(150 mg/kg), DRS-300 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(300 mg/kg), Fer : Food efficiency ratio.

<sup>1)</sup> Values are mean±SD of 7 rat.

<sup>a-d</sup> Means with the different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by duncan's multiple range test.

**Table 3. Organ weights in diabetic rats fed on *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract**  
(g/100 g BW)

Viscera	NC	DC	DRS-150	DRS-300
Liver	3.921±0.19 <sup>1)a</sup>	5.126±0.23 <sup>b</sup>	4.708±0.36 <sup>b</sup>	4.634±0.12 <sup>b</sup>
Kidney	0.804±0.05 <sup>a</sup>	0.967±0.08 <sup>b</sup>	0.892±0.07 <sup>b</sup>	0.871±0.05 <sup>b</sup>
Spleen	0.168±0.09 <sup>a</sup>	0.175±0.14 <sup>a</sup>	0.170±0.13 <sup>a</sup>	0.172±0.08 <sup>a</sup>
Heart	0.362±0.19 <sup>a</sup>	0.419±0.25 <sup>a</sup>	0.413±0.17 <sup>a</sup>	0.421±0.26 <sup>a</sup>

NC : Normal control, DC : Diabetic control, DRS-150 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(150 mg/kg), DRS-300 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(300 mg/kg), Fer : Food efficiency ratio.

<sup>1)</sup> Values are mean±SD of 7 rat.

<sup>a-d</sup> Means with the different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by duncan's multiple range test.

유의적인 차이를 나타내지 않았다. 식이 효율은 정상군에 비하여 모든 당뇨군에서 유의적인 감소를 나타내었으며 당뇨군에 비해 홍경천 에탄올 추출물을 투여군에서 식이 효율이 유의적인 증가를 나타내었으나 두 시료 사이는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 이상의 결과는 당뇨의 증상인 다식의 결과로 보이며, 정상군에 비하여 당뇨군의 식이 섭취량이 많음에도 불구하고 지속적인 체중 감소를 나타내었는데 이는 당뇨에 의한 대사의 퇴행적인 변화 때문인 것으로 보여진다(Lee et al 1994).

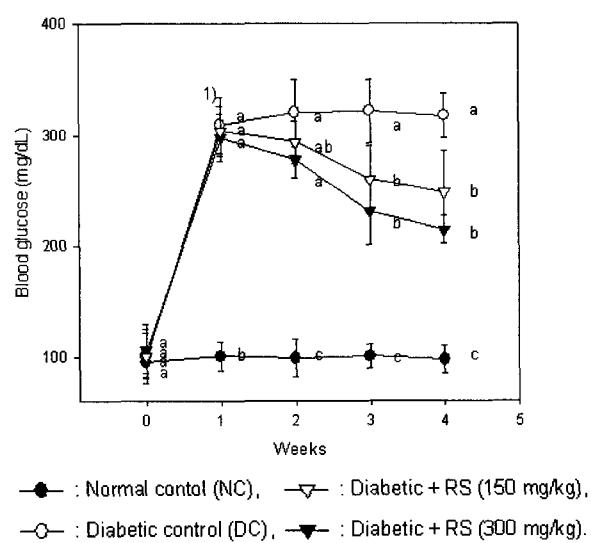
## 2. 장기의 무게

Table 3은 각 당뇨 실험군들의 쥐 장기의 무게 변화를 나타낸 결과이다. 간장과 신장의 경우, 당뇨 유발된 쥐가 정상군에 비하여 유의적으로 높은 수준을 보이고 있으며( $p<0.05$ ), 이는 streptozotocin에 의해 유발된 당뇨쥐에서 간장과 신장이 정상에 비해 비대해진다는 보고(Dai et al 1994)와 일치하였다. 그 원인은 당뇨 유발시 면역 기능의 저하를 보이며 인슐린 분비가 저하되어 당 대사가 정상적으로 진행되지 않아 간장 내에 지질이 축적됨으로써 간장이 비대해지는 것이며 (Grey et al 1975), 비록 정상군에 미치지 못하고 유의적인 차이를 보이지만 간장의 무게가 홍경천 에탄올 추출물이 당뇨 대조군에 비하여 비교적 낮으며 투여량의 증가에 따라 감소를 나타내어 홍경천 추출물의 투여가 간 기능 회복에 도움이 되었음을 알 수가 있었다. 신장의 경우, 당뇨쥐에서 정상군에 비하여 유의적인 증가를 보였으며( $p<0.05$ ), 홍경천 추출물의 투여로 신장의 무게가 당뇨군에 비해 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 당뇨 유발시 배설량의 증가로 신장의 부담이 커짐으로써 비대해지는 경우도 있는 것으로 생각된다. 따라서 당뇨쥐에 있어서 홍경천 에탄올 추출물의 투여가 신장의 부

담을 감소시켜 주며, 당 대사의 개선에도 관여하는 것으로 생각된다. 그러나 심장과 비장의 경우는 모든 실험군에서 비슷한 수준을 보여 간장과 신장에 비교해 당뇨병의 영향을 적게 받는 것으로 나타났다.

## 3. 혈당 및 혈청 분석

본 실험에서 홍경천 에탄올 추출물의 섭취가 혈중 포도당 함량을 Fig. 2에 나타내었다. 정상군의 경우, 실험기간동안 큰 변화를 나타내지 않았고 streptozotocin에 의해 유발된 당뇨쥐의 경우, 혈중 포도당의 농도는 1주후 350.6±12.6 mg/dL로 급상승되었으며 4주간 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 모든 당뇨군에서는 정상군에 비하여 현저하게 높은 혈당 농도를 나타내었으며 실험을 시작한 후 2주부터 홍경천 에탄올 추출물을 투여한 당뇨군에서 당뇨 대조군에 비하여 유의적인 감소( $p<0.05$ )를 보이기 시작하여 실험 4주 후에는 홍경천 에탄올 추출물 시료를 150 mg/kg과 300 mg/kg을 투여시 혈당 농도가 201.3±24.5 mg/dL와 183.6±12.7 mg/dL로 떨어져 현저한 혈당 강하 효과를 나타내었다. 그러나 홍경천 에탄올 추출물 투여군 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 본 연구에 사용된 streptozotocin은 베타세포에서 절대적인 인슐린 부족을 유발하기보다는 초기 단계에서 포도당에 대한 신속한 인슐린 분비 반응을 손상시켜 고혈당증을 유발한다(Gold et al 1981). 혈당은 혈액내로 흡수되어 유입되는 당, 혈액에서 각 조직으로 제거되는 당 및 간에서 glycogen 분해와 당 신생작용



**Fig. 2. Effect of *Rhodiola sachalinensis* (RS) ethanol extract on blood glucose level in streptozotocin-induced diabetic SD rats.**

<sup>1)</sup> Values are the mean±SD (n=7).

<sup>a-c</sup> Means with the different letters in the same concentration are significantly by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

Table 4. Serum lipid contents of diabetic rats fed on the experimental diets for four weeks

Item	Group			
	NC	DC	DRS-150	DRS-300
Total cholesterol (mg/dL)	85.65±13.47 <sup>1)a</sup>	132.43±10.56 <sup>b</sup>	121.51±13.08 <sup>b</sup>	110.30±15.26 <sup>b</sup>
HDL cholesterol (mg/dL)	44.53± 2.86 <sup>a</sup>	30.23± 3.18 <sup>b</sup>	35.40± 2.19 <sup>ab</sup>	39.39± 3.46 <sup>a</sup>
HTR	52.11± 3.81 <sup>a</sup>	23.20± 4.04 <sup>c</sup>	29.13± 3.67 <sup>b</sup>	34.97± 2.69 <sup>b</sup>
Triglyceride (mg/dL)	80.53±10.41 <sup>a</sup>	140.19±13.56 <sup>b</sup>	120.49±11.28 <sup>b</sup>	114.17±10.28 <sup>b</sup>
AI	0.92± 0.09 <sup>a</sup>	3.38± 0.18 <sup>c</sup>	2.43± 0.23 <sup>bc</sup>	1.86± 0.20 <sup>b</sup>

NC : Normal control, DC : Diabetic control, DRS-150 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(150 mg/kg), DRS-300 : Diabetic + *Rhodiola sachalinensis* ethanol extract(300 mg/kg), HTR : HDL cholesterol / Total cholesterol×100

<sup>1)</sup> Values are mean±SD of 7 rat.

<sup>a-c</sup>) Means with the different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

에 의하여 혈액으로 배출되는 당에 의하여 영향을 받는다. 당뇨의 경우, 인슐린 기능 부진으로 인하여 혈액내로 배출되는 당이 증가하여 고혈당을 초래한다. 본 실험 결과에서도 홍경천 에탄올 추출물을 투여한 후 일주일 간격으로 일정한 시간에 혈당을 측정한 결과, 홍경천 에탄올 추출물의 투여군은 당뇨군에 비해 유의적인 혈당 강하 효과를 나타내었는데 이러한 혈당 강하 효과는 홍경천이 혈당 조절 가능성을 보여주며, 홍경천에 함유되어 있는 salidroside, p-tirosol, flavonoid, monoterpane glycoside, cyanoglycoside, pentyl glycoside, aliphatic glycoside, phenylpropanoid, proanthocyanidin(Kurkin et al 1982, Zapesochaya & Kurkin 1983) 등 유효성분 혹은 미지의 성분이 포도당에 대한 인슐린의 감수성이 개선되었거나 손상된 베타세포의 기능이 일부 신속하게 회복되어 나타난 것으로 사료되며, 앞으로 당뇨병의 예방과 치료에서 약물요법과 함께 홍경천을 복용하여 약제로부터 오는 부작용을 감소시키고 항당뇨 효과를 높이는데 도움이 될 것으로 생각된다.

홍경천 에탄올 추출물의 투여가 당뇨의 혈청내의 지질성분들의 함량에 미치는 영향을 살펴본 결과를 Table 4에 나타내었다. 혈청 총 콜레스테롤은 모든 당뇨군에서 정상군에 비하여 유의적인 증가를 나타내었으며, 홍경천 에탄올 추출물을 150 mg/kg과 300 mg/kg을 투여시 당뇨 대조군에 비하여 각각 8.2%와 16.7%의 감소를 나타내었으나 유의적인 감소는 인정되지 않았다( $p<0.05$ ). 이는 간 조직내 콜레스테롤 대사의 감소와 장내 콜레스테롤 합성 증가로 혈액순환으로 콜레스테롤 이동이 증가되어 나타난 결과로 사료된다(Pushparaj et al 2000).

중성 지방의 농도는 모든 당뇨 유발군에서 정상군에 비하여 유의적인 증가를 나타내었으며 ( $p<0.05$ ), 150 mg/kg과 300 mg/kg을 투여시 당뇨 대조군에 비하여 각각 14.1%와 18.3%의

유의적인 감소를 나타내었다( $p<0.05$ ). 이는 당뇨 유발에 의한 당대사의 이상이 지질대사의 장애를 초래한 것으로 추정된다.

HDL-cholesterol은 당뇨 대조군에서 정상군에 비하여 23.1%의 유의적인 감소를 나타내었으며, 당뇨 대조군에 비하여 홍경천 에탄올 추출물을 150 mg/kg 투여시 14.6%로 증가하였고 300 mg/kg을 투여시 23.3%의 유의적인 증가를 나타내었다( $p<0.05$ ). HDL-cholesterol에 대한 총 콜레스테롤의 비는 모든 당뇨 유발군에서 정상군에 비하여 유의적인 감소를 나타내었으며, 홍경천 에탄올 추출물을 150 mg/kg과 300 mg/kg을 투여시 당뇨군에 비하여 각각 22.3%와 36.8%의 유의적인 증가를 나타내었다( $p<0.05$ ). 동맥경화에 대한 위험성 척도를 말해주는 동맥경화지수 AI(Atherogenic index)는 홍경천 에탄올 추출물을 150 mg/kg과 300 mg/kg을 투여시 당뇨 대조군에 비해 각각 28.1%와 45.0%의 감소를 나타내었으며, 특히, 300 mg/kg 투여시 당뇨 대조군에 비해 유의적인 감소를 나타내어 홍경천 에탄올 추출물 시료 300 mg/kg을 투여시 더 높은 혈중 콜레스테롤 저하 작용이 있음을 알 수가 있었다. 이상의 결과로부터 홍경천은 당뇨 대조군에 비하여 총콜레스테롤 수준을 낮추고 HDL-콜레스테롤 수준을 높인데 기인한 결과로 보여지며, 이는 홍경천이 심각한 당뇨병 환자들에게 합병증으로 발생하는 동맥경화와 심장질환의 예방에 기여할 수 있음을 시사한다. 따라서 홍경천의 투여는 당뇨에 있어 혈청 지질대사의 개선효과가 있는 것으로 보이며, 특히 300 mg/kg 투여군이 150 mg/kg을 투여군보다 상대적으로 그 개선효과가 우수한 것으로 나타났다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 홍경천 뿌리 에탄올 추출물이 streptozotocin

으로 유발된 당뇨쥐에 미치는 혈당 강하 효과를 규명하고자 하였다. 당뇨를 유발한 흰쥐에 비하여 홍경천 에탄올 추출물군에서는 완만한 체중 감소를 나타내었고 식이 섭취량은 모든 당뇨군에서 현저한 증가를 나타내었으나 식이 효율은 모든 당뇨군에서 낮은 수치를 나타내었으며, 홍경천 에탄올 추출물의 투여로 식이 효율이 당뇨 대조군에 비해 유의적인 증가를 나타내었다( $p<0.05$ ). 장기의 중량 비교에서 간과 신장의 경우, 모든 당뇨군에서 정상군에 비하여 증가를 나타내었으며, 홍경천 에탄올 추출물의 투여로 다소 감소를 나타내었다. 심장과 비장의 무게는 모든 실험군에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 혈중 포도당의 수치는 홍경천 추출물을 4주간 투여에 의해 당뇨군에 비하여 유의적인 감소를 나타내었다( $p<0.05$ ). 혈청 중 총콜레스테롤, 중성지방, AI의 수치는 모든 당뇨군에서 정상군에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었으며( $p<0.05$ ), 홍경천 추출물 300 mg/kg 투여군에서는 당뇨군에 비하여 유의적인 감소를 나타내었다( $p<0.05$ ). HDL-콜레스테롤은 홍경천 에탄올 추출물의 투여에 의해 당뇨군에 비해 다소 증가를 나타내었으며, 300 mg/kg을 투여한 군에서는 정상의 수치에 근접하여 정상군과 유의적 차이가 인정되지 않았다( $p<0.05$ ).

## 문 헌

- Chung TH (1974) Korean Flora (Herb part). p 283.
- Cui CB, Lee DS, Ham SS (2003) Antioxidative, antimutagenic and cytotoxic effects of *Rhodiola sachalinensis* extract. *Korean J So Food Sci Nutr* 32: 211-216.
- Dai S, Thompson K, Mcneill JH (1994) One-year treatment of streptozotocin-induced diabetic rats with vanadyl sulphate. *Pharmacol Toxicol* 74: 99-107.
- Defronzo RA (1981) The effect of insulin on renal sodium metabolism. *Diabetologia* 21: 165-171.
- Gold G, Manning M, Heldt A, Nowlain R, Pettit JR, Grodsky GM (1981) Diabetes induced with multiple subdiabetogenic doses of streptozotocin: lack of protection by exogenous superoxide dismutase. *Diabetes* 30: 634-638.
- Grey NJ, Karls I, Kipnis DM (1975) Physiological mechanism in the development of starvation ketosis in man. *Diabetes* 24: 10-14.
- Hanefeld M (1998) The role of acarbose in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Diabeteds Complications* 12: 228-237.
- Jin ZZ, An SD, Lee SL (1994) Coloured resources plants of palkdoo mt. Academybook, Seoul. p 322.
- Kim MH, Park CK (1997) Inhibition of ethanol absorption by *Rhodiola sachalinensis* in rats. *Arch Pharm Res* 20: 432-434.
- Kurkin VA, Zapesochnaya GG, Klyazinka VG (1982) Flavonoids of *R. rosea*. *Khim Prir Soedin* 13: 581-584.
- Lee JS, Son HS, Maeng YS, Chang YK, Ju JS (1994) Effects of buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutrition* 27: 819-827.
- Maimeskulova LA, Maslov LN (1998) The anti-arrhythmia action of an extract of *Rhodiola rosea* and of n-tyrosol in models of experimental arrhythmias. *Eksp Klin Farmakol* 61: 2-5.
- Moon KS (1991) The components and uses of herbal medicine. Liweolsegak, Seoul. p 261.
- Odaka H, Matsuo T (1992) Ameliorating effects of an intestinal disaccharidase inhibitor, AO-128, in streptozotocin-diabetic rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 45: 33-38.
- Petkov VD, Yonkov D (1987) Effect of alcohol aqueous extract from Rhodiola roots on learning and memory. *Acta Physiol Pharmacol Bulgarica* 12: 3-7.
- Pushparaj P, Tan CH, Tan BKH (2000) Effects of Averrhoa bilimbi leaf extract on blood glucose and lipids in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Ethnopharmacology* 72: 69-76.
- Ryu KY, Kang WS, Kim YH, Jang HD, Hong JH, Yoo HS, Yun YP (1998) Antioxidative effects of the rhizomes *Rhodiola sachalinensis*. *Yakhak Hoeji* 42: 312-318.
- Salikhovv RA, Alesandrova IV, Mazuric VK, Mikhailov VF, Ushenkova LN, Poroshenko GG (1997) Effect of *Rhodiola rosea* on the yield of mutation alterations and DNA repair in bone marrow cells. *Patol Fiziol Eksp Ter* 22: 4-8.
- Shin JS, Kim KS, Jeong GH, Cheong CS, Ko KH, Park JH, Huh H, Kim BK (1997) Antidiabetic activity of lycii fructus. *Korean J Pharmacogn* 28: 138-142.
- Steiner G, Haynes F, Yoshino G (1984) Hyperinsulinemia and *in vivo* very-low density lipoprotein triglyceride kinetics. *Am J Physiol* 246: 187-192.
- Udintsev SN, Krylova SG, Fomine TI (1992) The Enhancement of the Efficacy of Adriamycin by using Hepatoprotectors of plant origin in metastases of Ehrlich's adenocarcinoma to the liver in mice. *Vopr Onkol* 38: 1217-1220.
- Yoshikawa M, Shimada H, Horikawa S, Murakami T, Shimoda H, Yamahara J, Matsuda H (1997) Bioactive constituents of chinese natural medicines. IV. Rhodiolas Radix.(2) :On the

- histamine release inhibitors from the underground part of Rhodiola sacra (Prain ex Hamet) S.H.Fu (Crassulaceae) :Chemical structueres of rhodiocyanoside D and Sacranosides A and B. *Chem Pharm Bull* 45: 1498-1503.
- Young IR, Stout RW (1987) Effects of insulin and glucose on the cells of the arterial wall: Interaction of insulin with dibutyryl cycli AMP and low density lipoprotein in arterial cells. *Diabetes Mellitus* 9: 21-25.

- Zang ZH, Fen SH, Hu GD, Cao ZK, Wang LY (1989) Effect of Rhodiola kirilowii(Regel) Maxim on preventing high altitude reactions. A comparison altitudes. *Chin J Chin Mater Med* 14: 687-691.
- Zapesochaya GG, Kurkin VA (1983) The Flavonoids of the Rhizomes *Rhodiola rosea*. II. A Flavonolignan and of Herbacetin. *Khim Prir Soedin* 19: 23-32.

(2005년 2월 25일 접수, 2005년 3월 24일 채택)