

고콜레스테롤혈증을 유도한 쥐를 대상으로 천년초 추출물의 콜레스테롤 저하 효과

정은영¹ · 연성호² · 서형주^{3*}

¹전주대학교 가정교육학과

²충북대학교 식품공학과

³고려대학교 식품영양학과

Hypocholesterolemia Effect of *Opuntia humifusa* Extract on High Cholesterol Diet-induced Hypercholesterolemic Rats

Eun Young Jung¹, Seong Ho Yeon², and Hyung Joo Suh^{3*}

¹Dept. of Home Economic Education, Jeonju University, Jeonbuk 560-759, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

³Dept. of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 136-703, Korea

ABSTRACT The aim of this study was to investigate the hypocholesterolemia effects of *Opuntia humifusa* extract in hypercholesterolemic rats. Rats (8-week-old, male) were randomly divided into four groups (n=4) as follows: N-control, normal diet; H-control, hypercholesterolemic diet; OH-1, 2% *O. humifusa* extract-supplemented hypercholesterolemic diet; OH-2, 4% *O. humifusa* extract-supplemented hypercholesterolemic diet. After 4 weeks, we observed that hypercholesterolemia induced significant increases in serum lipids (total cholesterol and LDL-cholesterol), hepatic lipids (total cholesterol and triglyceride), and hepatic function parameters (ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase) ($P<0.05$). Treatment with *O. humifusa* extract for 2 weeks normalized these indexes up to the levels of normal rats. *O. humifusa* extract tended to increase fecal lipid (H-control: 142.74 mg/day vs. OH-1: 214.05 mg/day; OH-2: 200.95 mg/day, $P<0.05$) and bile acid (H-control: 37.07 μ M/day vs. OH-1: 47.23 μ M/day, OH-2: 47.93 μ M/day, $P<0.05$) contents of hypercholesterolemic rats. We concluded that oral administration of *O. humifusa* extract effectively improved cholesterol metabolism in a hypercholesterolemic animal model induced by hypercholesterolemia diet.

Key words: *Opuntia humifusa* extract, hypercholesterolemia, cholesterol, LDL-cholesterol

서 론

선인장(仙人掌)은 다육식물의 일종으로 다육식물은 건조한 환경에 견디기 위해 수분을 저장하는 조직을 진화시킨 식물들을 말하며 현재 전 세계에 약 3,000종 이상이 보고되고 있다(1,2). 다육식물들 중에 아메리카 대륙의 한 무리의 식물들은 잎을 가시로 변화시키거나 퇴화시켜 건조에 특히 더 강하게 진화하였는데 이를 선인장이라 부른다. 선인장은 신선의 손바닥처럼 생겼다는 의미를 갖고 있으며 제주도를 비롯하여 한국에 자생하는 선인장(*Opuntia* 속, 일명 백년초 선인장)의 모습이 마치 손바닥처럼 생겼다 하여 붙여진 이름이다(3).

백년초 선인장은 노화억제 및 암 발생억제 효과, 항산화 효과, 면역세포의 활성화 등에 대한 검증이 이루어져 다양한 기능성식품의 원료로 상업적으로 재배되고 있다(4,5). 특히 최근 들어 백년초 선인장은 성인병의 원인이 되는 콜레스테

롤이나 지방 함량을 낮추는 효과가 밝혀지면서 백년초 선인장의 고콜레스테롤혈증에 대한 약리 작용이 큰 관심을 받고 있다(6). 고콜레스테롤혈증은 혈액 속에 저밀도 지단백 콜레스테롤이 과다한 상태로 동맥경화증을 일으키는 요인이 되며 이는 협심증, 심근경색증, 뇌경색증으로 이어질 수 있어 현대사회에 가장 큰 문제가 되고 있는 질환 중 하나이다(6,7).

백년초 선인장의 고콜레스테롤혈증에 대한 효과가 입증되고 있지만 실제로 백년초 선인장은 내한성이 약하여 원료 생산이 제한적이기 때문에 늘어나는 수요를 충족시키기 위해 전국적으로 재배가 가능한 품종 육성이 요구되고 있다. 천년초 선인장은 줄기의 모양이 백년초 선인장과 거의 흡사하나 총 길이가 1.5~2 m이고, 영하의 온도에서 생육이 불가능한 백년초 선인장과는 달리 영하 20°C의 혹한에서도 자체 수분을 절반 이하로 감소시켜 얼지 않고 생명력을 유지하는 특성을 갖고 있다(2). 이러한 천년초 선인장은 또한 환경 친화적인 식물의 특성을 갖고 토양을 보호하는 무공해식물로, 대체 작물로서의 재배가 쉬운 장점이 있어 기능성이 입증된 기능성식품 및 관련 상품의 개발로 농가소득을 증대시킬 수

Received 26 February 2014; Accepted 21 March 2014

*Corresponding author.

E-mail: suh1960@korea.ac.kr, Phone: +82-2-940-2853

있다. 따라서 천년초 선인장은 기능성식품 및 약용식물로서의 잠재성 개발과 효율적인 제품으로의 산업성 증대를 통하여 국민건강의 증진 및 재배 농가의 경제적 소득 증대를 동시에 도모할 수 있는 부가가치 및 파생이익이 높은 소재이다(8,9). 이러한 천년초 선인장은 지역특화산업을 위한 신 작물로의 개발이 유망 시 되고 있으나 백년초 선인장과 달리 아직 생리활성에 대한 연구는 일부만이 밝혀져 있는 상태로 천년초 선인장을 이용한 건강보조식품 개발 연구의 소재로의 연구가 주목을 받고 있다(4). 천년초 선인장의 일부 작용으로 알려져 있는 생리활성의 특성을 감안하여 본 연구에서는 백년초 선인장에서 나타나는 고콜레스테롤혈증 개선에 대한 천년초 선인장의 효과를 알아보려고 하였다. 이에 본 연구는 흰쥐를 이용하여 고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증을 유도하고 이에 천년초 선인장 추출물을 용량별로 처치하여 혈중 및 간 조직 내 지질 성분, 혈중 간 손상 지표, 분변 내 지질 성분 및 담즙산을 분석함으로써 천년초 추출물의 콜레스테롤 개선에 대한 효과를 검증하고자 하였다.

재료 및 방법

천년초 추출물

천년초는 충남 아산의 농가에서 재배한 것으로 3월에 수확 분을 동결건조 한 후 분쇄하여 사용하였다. 분쇄한 천년초는 중량 대비 10배의 70% ethanol을 가한 뒤 환류냉각관을 부착시킨 플라스크에 넣고 80°C에서 3시간 2회 추출하여 여과한 후 rotary vacuum evaporator(Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 농축하고 동결건조 하여 천년초 추출물로 이용하였다.

실험동물

실험동물은 나라 바이오텍(Seoul, Korea)에서 공급받은 8주령의 웅성 Wistar 계열 흰쥐(250±10 g)를 이용하였다. 1주간 적응 후 실험동물은 사육케이지(42×28 cm)에서 실험실 온도 22~24°C, 습도 60±5%가 유지되며 밤낮 주기(12시간 light/ 12시간 dark)가 자동조절장치에 의해 조절되는 고려대학교 동물실에서 4주 동안 본 연구를 위해 사육되었다. 모든 동물실험은 고려대학교 동물실험윤리위원회 승인(KUIACUC-2010-194) 하에 진행되었다.

그룹 설정

연구 그룹은 일반 식이 대조군(normal diet group; N-control), 고콜레스테롤 식이 대조군(hypercholesterolemic diet group; H-control), 천년초 처치군(*Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group, OH-1; *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group, OH-2)으로 분류하고 무작위 추출법에 의해 군당 4마리씩 배정하였다. 일반 식이 대조군은 일반 사료를 공급하고 고콜레스테롤 식이

Table 1. Composition of experimental diet

Composition (g/100 g diet)	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
Casein	12.0	12.0	12.0	12.0
Corn starch	73.0	55.0	55.0	55.0
Soybean oil	8.0	25.0	25.0	25.0
Cholesterol	0.0	1.0	1.0	1.0
Coline	0.04	0.04	0.04	0.04
Cellulose	1.0	1.0	1.0	1.0
<i>Opuntia humifusa</i>	0.0	0.0	2.0	4.0
Mineral mixture	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitamin mixture	1.0	1.0	1.0	1.0

Mineral mixture (g/100 g mixture): CaPO₄·2H₂O, 14.6; KH₂PO₄, 25.7; NaH₂PO₄, 9.4; NaCl, 4.7; calcium lactate, 35.1; ferric citrate, 3.2; MgSO₄, 7.2; ZnCO₃, 0.1; MnSO₄·4H₂O, 0.1; CuSO₄·5H₂O, 0.03; KI, 0.01.

Vitamin mixture: ICN vitamin mixture (No904654, 1999).

대조군과 천년초 처치군은 고콜레스테롤혈증을 유도하기 위해 고콜레스테롤 식이를 4주간 공급하였으며 2주째부터 천년초 추출물 처치군인 OH-1과 OH-2는 각각 천년초 추출물을 2, 4%를 식이에 포함시켜 공급하였다. 고콜레스테롤 식이는 Matos 등(10)의 연구를 기반으로 구성하였으며 연구 그룹별로 공급된 식이의 구성 Table 1과 같다.

혈액 성분 분석

실험 종료 시점에서 12시간 절식시킨 실험동물을 ether로 마취시켜 희생시킨 후 흉강을 열고 대동맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 4°C, 3,000×g에서 10분간 원심분리 하여 상정액인 혈청을 취하였다. 혈청은 혈액 자동 분석기인 FUJI DRI-CHEM 3500(Fuju Photo Film Co., Osaka, Japan)을 이용해 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, alanine aminotransferase(ALT) 및 aspartate aminotransferase(AST)를 측정하였다. LDL-콜레스테롤은 측정된 혈중 지질 성분으로부터 Friedewald 등(11)의 계산식에 의해 계산되었다.

장기 무게 및 간 조직 내 지질 성분 분석

혈액 채취 후 실험동물을 해부하고 간, 신장, 비장을 적출하여 무게를 측정하였다. 적출한 장기 무게는 체중 100 g 당 상대적인 무게로 나타내었다(g/100 g BW). 간 조직 3 g을 chloroform-methanol(2:1)의 혼합 용액 3 mL를 첨가하여 균질화하였다. 균질화한 혼합물은 4°C, 3,000×g에서 20분간 원심분리 하여 얻은 상정액을 지방 분석 시료로 하여 중성 지방과 총 콜레스테롤은 FUJI DRI-CHEM 3500으로 분석하였다.

분변 내 지질 성분 및 담즙산 분석

분변은 실험 종료 전 1일 동안 대사케이지를 이용하여 수집하여 무게를 측정 후 동결건조 하여 실험 시료로 사용하였다. 간 조직의 지방 추출 방법과 같이 분변 3 g을

chloroform-methanol(2:1)의 혼합 용액 3 mL를 첨가하여 균질화하고 균질화한 혼합물을 4°C, 3,000×g에서 20분간 원심분리 하여 얻은 상정액을 지방 분석 시료로 사용하였다. 분변 내 총 콜레스테롤은 FUJI DRI-CHEM 3500을 이용해 분석하였으며 분변 내 담즙산은 Huang과 Dural(12)의 방법을 이용하여 분석하였다. 즉 분변 내 담즙산은 분변 지방 추출액 200 µL에 70% sulphuric acid 200 µL를 반응시키고 2분 후에 25% furfural solution(in 30% ethanol)을 첨가한 후 5분 후에 분광광도기(VERSAmax microplate reader, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용해 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 0.1 M phosphate buffer(pH 6.9)에 용해시킨 sodium taurodeoxycholate hydrate을 표준물질로 하여 정량화하였다.

통계 분석

실험 결과는 SPSS ver 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계 처리하였으며 모든 측정 항목에 대한 평균(mean)과 표준편차(standard deviations, SD)를 산출하였다. 실험군 간의 유의성은 ANOVA test 후 구체적인 사후 검증은 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 실시하였다.

결 과

체중 및 식이 섭취

고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증을 유도시킨 쥐를 대상으로 천년초 추출물 처치가 체중 및 식이섭취에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 체중은 일반 식이 대조군에 비해 고콜레스테롤 식이로 인해 고콜레스테롤군의 체중 증

가가 더 컸으며 천년초 추출물 섭취로 인한 체중의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다. 식이 섭취는 실험 식이와 관계없이 모든 군에서 유사한 수준을 나타내었다. 따라서 천년초 추출물은 체중 및 식이 섭취에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

상대적인 장기 무게

Table 3은 고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증이 유도된 쥐에 있어 상대적인 장기 무게에 대한 천년초 추출물의 영향을 나타내고 있다. 간, 비장, 신장의 체중 대비 상대적인 무게는 정상 식이 대조군에 비해 고콜레스테롤군이 유의적으로 큰 것으로 나타났으며(P<0.05) 천년초 추출물 섭취로 인한 유의적인 차이는 없는 것으로 나타나 천년초 추출물은 장기 무게에 의한 독성을 나타내지 않는 것으로 판단되었다.

혈중 지질 성분

Table 4는 고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증이 유도된 쥐의 혈중 지질 성분에 대한 천년초 추출물의 처치 효과를 나타내고 있다. 혈중 총 콜레스테롤은 고콜레스테롤 식이에 의해 정상 식이 대조군(64.67 mg/dL)에 비해 고콜레스테롤군(79.25 mg/dL)이 높았으며(P<0.05) 천년초 추출물 섭취로 인해 혈중 총 콜레스테롤은 정상 식이 대조군 수준으로 낮아졌다(OH-1: 76.55 mg/dL, OH-2: 67.02 mg/dL). 고콜레스테롤 식이로 고밀도 지단백 콜레스테롤은 감소되었고 저밀도 콜레스테롤은 증가되었는데(P<0.05) 천년초 추출물 섭취는 감소된 고밀도 콜레스테롤을 유의하게 증가시키고(P<0.05) 증가된 저밀도 지단백 콜레스테롤을 유의하게 감소시켜 혈중 콜레스테롤 개선 효과를 나타내었으며 이는 용량에 의존한 경향으로 나타났다(P<0.05).

Table 2. Body weight gain and food intake of hypercholesterolemic rats treated with *Opuntia humifusa* extract

Parameter	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
Body weight gain (g/4 wk)	37.00±18.69 ^a	104.30±17.19 ^b	109.77±16.82 ^b	101.63±6.58 ^b
Food intake (g/day)	12.48±3.17 ^{NS}	12.38±2.95	14.18±2.24	14.25±2.08

Values are mean±SD for 4 rats. Means with different superscript letters are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range tests.

NS: not significant.

N-control, normal diet group; H-control, hypercholesterolemic diet group; OH-1, *Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group; OH-2, *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group.

Table 3. Organ weights of hypercholesterolemic rats treated with *Opuntia humifusa* extract

Organ weight (g/100 g BW)	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
Liver	2.92±0.28 ^a	4.14±0.41 ^b	4.12±0.24 ^b	4.01±0.22 ^b
Spleen	0.21±0.02 ^a	0.27±0.03 ^b	0.28±0.04 ^b	0.27±0.03 ^b
Kidney	0.73±0.05 ^a	0.91±0.07 ^b	0.94±0.12 ^b	0.89±0.10 ^b

Values are mean±SD for 4 rats. Means with different superscript letters are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range tests.

N-control, normal diet group; H-control, hypercholesterolemic diet group; OH-1, *Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group; OH-2, *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group.

Table 4. Serum lipid levels of hypercholesterolemic rats treated with *Opuntia humifusa* extract

Serum lipid (mg/dL)	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
Total-C	64.67±4.51 ^a	79.25±4.79 ^b	76.00±10.15 ^{ab}	67.00±10.13 ^{ab}
TG	53.50±12.40 ^{NS}	59.00±1.73	56.00±22.54	59.75±7.50
HDL-C	30.90±2.23 ^c	17.52±2.31 ^a	22.14±4.02 ^b	21.90±1.58 ^b
LDL-C	24.23±1.36 ^a	49.33±3.94 ^b	42.66±2.24 ^b	33.15±8.94 ^a

Values are mean±SD for 4 rats. Means with different superscript letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range tests.

NS: not significant.

Total-C, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL-C, HDL-cholesterol; LDL-C, LDL-cholesterol; N-control, normal diet group; H-control, hypercholesterolemic diet group; OH-1, *Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group; OH-2, *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group.

혈중 ALT 및 AST

Table 5는 고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증이 유도된 쥐에 있어 간 손상 지표인 혈중 ALT 및 AST에 대한 천년초 추출물의 효과를 나타내고 있다. 고콜레스테롤 식이로 인해 간 손상이 야기되어 정상 식이 대조군에 비해 고콜레스테롤군의 혈중 ALT(N-control: 21.50 U/L vs. H-control: 37.67 U/L)와 AST(N-control: 61.25 U/L vs. H-control: 80.67 U/L)가 증가되었는데($P<0.05$) 이는 천년초 추출물 처치로 감소되는 경향을 보이며(ALT: OH-1, 33.00 U/L; OH-2, 34.00 U/L; AST: OH-1, 67.50 U/L; OH-2, 74.33 U/L) 간 손상이 완화됨을 나타내었다.

간 조직 내 지질 성분

간 조직 내 지질 성분인 총 콜레스테롤과 중성 지방에 대한 고콜레스테롤 식이의 영향과 천년초 추출물 처치에 대한

효과는 Table 6에 나타내었다. 간 조직 내의 총 콜레스테롤과 중성 지방은 고콜레스테롤 식이로 인해 유의하게 높아졌으며($P<0.05$) 천년초 추출물 처치로 인해 용량에 의존하여 감소되는 경향을 나타내었다.

분변 내 지질 성분 및 담즙산

고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증이 유도된 쥐에 대한 천년초 추출물이 분변 내 지질 성분 및 담즙산에 미치는 영향은 Table 7에 나타내었다. 분변 내 중성 지방과 담즙산은 고콜레스테롤 식이 내 많은 양의 콜레스테롤로 인해 고콜레스테롤군에서 유의적으로 높았는데($P<0.05$) 천년초 추출물은 지방과 결합하여 분변으로 배출시키는 기전의 가능성을 시사하며 천년초 추출물 처치는 고콜레스테롤 대조군에 비해 분변 내 중성 지방과 담즙산의 함량이 유의적으로 높은 수준을 나타내었다($P<0.05$).

Table 5. Levels of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) as hepatic function parameter of hypercholesterolemic rats treated with *Opuntia humifusa* extract

Hepatic function parameter (U/L)	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
ALT	21.50±7.72 ^a	37.67±4.51 ^b	33.00±3.83 ^b	34.00±9.00 ^b
AST	61.25±2.22 ^a	80.67±2.52 ^c	67.50±7.85 ^{ab}	74.33±8.50 ^{bc}

Values are mean±SD for 4 rats. Means with different superscript letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range tests.

N-control, normal diet group; H-control, hypercholesterolemic diet group; OH-1, *Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group; OH-2, *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group.

Table 6. Total cholesterol (Total-C) and triacylglycerol (TG) levels of hepatic tissue of hypercholesterolemic rats treated with *Opuntia humifusa* extract

Hepatic lipid (mg/g liver)	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
Total-C	1.73±0.14 ^a	4.43±0.59 ^c	2.95±0.77 ^b	1.96±0.02 ^a
TG	17.15±2.16 ^a	33.88±8.38 ^b	20.88±6.02 ^a	17.83±1.46 ^a

Values are mean±SD for 4 rats. Means with different superscript letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range tests.

N-control, normal diet group; H-control, hypercholesterolemic diet group; OH-1, *Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group; OH-2, *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group.

Table 7. Total cholesterol (Total-C) and bile acid concentration from feces of hypercholesterolemic rats treated with *Opuntia humifusa* extract

Fecal parameter	N-control	Hypercholesterolemic groups		
		H-control	OH-1	OH-2
Total-C (mg/day)	30.50±1.30 ^a	142.74±10.91 ^b	214.05±9.95 ^c	200.95±3.87 ^c
Bile acid (µM/day)	25.85±13.96 ^a	37.07±10.24 ^b	47.23±8.80 ^b	47.93±1.93 ^b

Values are mean±SD for 4 rats. Means with different superscript letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range tests.

N-control, normal diet group; H-control, hypercholesterolemic diet group; OH-1, *Opuntia humifusa* extract 2%-supplemented hypercholesterolemic diet group; OH-2, *Opuntia humifusa* extract 4%-supplemented hypercholesterolemic diet group.

고찰

천년초 선인장은 마그네슘을 포함한 무기질 함량이 높은 반면 나트륨, 칼륨, 인은 타 열매와 비교할 때 비슷한 수준이며, 특히 유리아미노산 함량이 높고 다른 과일과 비교하여 볼 때, 세린, γ -aminobutyric acid, glutamine, proline, arginine, histidine의 함량이 높다고 하였다(13,14). 최근 들어 활발히 진행되고 있는 천년초 선인장의 기능에 관한 연구를 살펴보면, 항산화 효과, 항균 효과, 간기능 보호 효과, 위궤양 치유 효과, 접촉성 피부염 완화 효과 등이 보고되어 있다(14).

본 연구는 천년초 추출물의 생리활성 중 고콜레스테롤혈증 개선 효과에 대한 연구였다. 기존의 천년초 추출물에 대한 국내 연구를 보면 Park 등(15)은 천년초 추출물의 항산화 활성 및 사염화탄소로부터 간 손상을 예방하는 효과가 있다고 하였으며 천년초 추출물의 항산화 효과 연구에서 천년초의 ethyl acetate 분획물이 α -tocopherol과 비슷한 항산화 활성을 나타낸다고 보고하였으며 병원성 식중독 미생물에 대해 천년초 추출물의 항균 효과가 우수하다고 하였다(1). Kwon과 Song(16)은 천년초 추출물이 흰쥐의 복부 지방량과 혈중 지질 농도를 감소시키고 고밀도 지단백 콜레스테롤 농도를 증가시켜 항동맥경화 효과가 있다고 하였으며 유산소 운동 능력을 향상시킬 수 있는 가능성을 제시하였다. 또한 Kim(17)은 천년초 추출물이 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* 등에서 높은 항균력을 보였다고 하였다. 본 연구에서와 같이 천년초 추출물은 다양한 생리활성의 기능을 갖는 것으로 생각되며 이는 기능성식품 소재로의 가능성이 매우 높음을 시사하고 있다.

본 연구에서는 천년초 추출물이 고콜레스테롤혈증과 관련하여 콜레스테롤 대사에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 천년초의 간 조직 내 콜레스테롤과 혈중 콜레스테롤 특히 저밀도 지단백 콜레스테롤 저하로 인한 고콜레스테롤혈증 개선에 대한 기전은 아직 명확히 밝혀지지 않은 상태이다. 천년초와 매우 유사한 또 다른 손바닥 선인장의 한 형태인 백년초에 있어 콜레스테롤 저하 효과는 보다 잘 알려져 있는데 이에 대한 기전 역시 명확히 밝혀지지 않았으며 지금까지 알려진 백년초의 콜레스테롤 특히 저밀도 지단백 콜레스테롤 저하에 대한 효과에 대해 가장 신뢰성 있는 기전은 간

조직 내의 apo B/E receptor 발현의 증가와 acyl CoA cholesterol acyltransferase(ACAT) 감소와 관련한 것으로 콜레스테롤 생합성의 속도 조절 효소인 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA(HMG-CoA) reductase와는 무관한 것으로 알려지고 있다. 또한 백년초 내의 β -sitosterol, flavonoids, vitamins(특히 ascorbic acid)와 같은 유용 성분들 역시 콜레스테롤 저하에 영향을 미치는 것으로 생각되고 있다(6,18). 결과적으로 백년초와 유사한 기전으로 작용할 것으로 생각되는 천년초는 생체 내에서 콜레스테롤 저하 작용에 대해 물론 천년초를 대상으로 작용 기전을 설명할 세포 수준의 실험은 없었으나 천년초 섭취는 apo단백질의 활성 조절과 저밀도 지단백 콜레스테롤 receptor의 작용 촉진으로 혈중 저밀도 지단백 콜레스테롤의 감소로 인한 콜레스테롤 개선 작용을 유추해 볼 수 있다.

요약

본 연구는 흰쥐를 이용하여 고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤혈증을 유도하고 이에 천년초 추출물을 2, 4% 식이에 포함시켜 경구로 섭취 시의 천년초 추출물의 콜레스테롤 개선 효과를 알아보고자 하였다. 이에 혈중 및 간 조직 내 지질 성분, 혈중 간 손상 지표, 분변 내 지질 성분 및 담즙산을 분석하였다. 천년초 추출물 섭취는 고콜레스테롤 식이로 상승된 혈청 총 콜레스테롤과 저밀도 지단백 콜레스테롤을 정상 수준으로 감소시켰으며 고밀도 콜레스테롤은 증가시켜 혈중 콜레스테롤 개선 효과를 나타내었다. 고콜레스테롤 식이 유도로 인해 상승된 혈중 ALT와 AST는 천년초 추출물 치료로 감소되는 경향을 보였으며 고콜레스테롤 식이로 인해 상승된 간 조직 내의 총 콜레스테롤과 중성 지방 역시 천년초 추출물 치료로 인해 용량 의존적으로 감소되었다. 분변 내 중성 지방과 담즙산은 천년초 추출물 치료로 유의적으로 상승되어 천년초 추출물 섭취로 중성 지방과 담즙산 배설이 유도가 이루어짐을 알 수 있었다. 본 연구 결과 천년초 추출물은 고콜레스테롤 식이로 고콜레스테롤이 유도된 쥐에 있어 콜레스테롤 개선 효과의 가능성 있는 식품 소재로 판단되며, 이를 인체에 적용시키기 위해서는 이에 대한 기전 연구와 활성 물질 동정에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되어진다.

감사의 글

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 [NRF-2009-353-C00081].

REFERENCES

1. Choi SB, Bae GS, Park KC, Jo IJ, Seo SH, Song K, Lee DS, Oh H, Kim YC, Kim JJ, Shin YK, Park JH, Seo MJ, Song HJ, Park SJ. 2014. *Opuntia humifusa* ameliorated cerulein-induced acute pancreatitis. *Pancreas* 43: 118-127.
2. Feugang JM, Konarski P, Zou D, Stintzing FC, Zou C. 2006. Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Front Biosci* 11: 2574-2589.
3. Leuenberger BE. 1993. Interpretation and typification of *Cactus opuntia* L., *Opuntia vulgaris* Mill., and *O. humifusa* (Rafin.) Rafin. (*Cactaceae*). *Taxon* 42: 419-429.
4. Cho JY, Park SC, Kim TW, Kim KS, Song JC, Kim SK, Lee HM, Sung HJ, Park HJ, Song YB, Yoo ES, Lee CH, Rhee MH. 2006. Radical scavenging and anti-inflammatory activity of extracts from *Opuntia humifusa* Raf. *J Pharm Pharmacol* 58: 113-119.
5. Lee KS, Oh CS, Lee KY. 2005. Antioxidative effect of the fractions extracted from a cactus *Cheonnyuncho* (*Opuntia humifusa*). *Korean J Food Sci Technol* 37: 474-478.
6. Galati EM, Tripodo MM, Trovato A, d'Aquino A, Monforte MT. 2003. Biological activity of *Opuntia ficus indica* cladodes II: effect on experimental hypercholesterolemia in rats. *Pharm Biol* 41: 175-179.
7. Ohara Y, Peterson TE, Harrison DG. 1993. Hypercholesterolemia increases endothelial superoxide anion production. *J Clin Invest* 91: 2546-2551.
8. Trejo-González A, Gabriel-Ortiz G, Puebla-Pérez AM, Huizar-Contreras MD, Munguía-Mazariegos MR, Mejía-Arreguín S, Calva E. 1996. A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. *J Ethnopharmacol* 55: 27-33.
9. Lee KS, Lee KY. 2010. Biological activity of phenol compound from a cactus *Cheonnyuncho* (*Opuntia humifusa*) in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1132-1136.
10. Matos SL, Paula H, Pedrosa ML, Santos RC, Oliveira EL, Chianca Júnior DA, Silva ME. 2005. Dietary models for inducing hypercholesterolemia in rats. *Braz Arch Biol Technol* 48: 203-209.
11. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
12. Huang CM, Dural NH. 1995. Adsorption of bile acids on cereal type food fibers. *J Food Process Eng* 18: 243-266.
13. Askar A, El-Samahy SK. 1981. Chemical composition of prickly pear fruit. *Deutsche Lebensmittel Rundschau* 77: 279-281.
14. Yoon JA, Hahm SW, Son YS. 2009. Nutrients contents in different parts of pickly pear (*Opuntia humifusa*) and possible anti-breast cancer effect. *Korean J Food & Nutr* 22: 485-491.
15. Park MK, Lee YJ, Kang ES. 2005. Hepatoprotective effect of *Cheonnyuncho* (*Opuntia humifusa*) extract in rats treated carbon tetrachloride. *Korean J Food Sci Technol* 37: 822-826.
16. Kwon D, Song Y. 2005. Effect of *Opuntia humifusa* supplementation on endurance exercise performance in rats fed a high-fat diet. *Korean J Exerc Nutr* 9: 183-188.
17. Kim SY. 2003. Studies on the separation of antioxidative and anti-microbial compounds of Korean perennial cactus *Cheonnyuncho*. *PhD Dissertation*. Hoseo University, Asan, Korea. p 34-58.
18. Galati EM, Monforte MT, Tripodo MM, d'Aquino A, Mondello MR. 2001. Antiulcer activity of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (*Cactaceae*): ultrastructural study. *J Ethnopharmacol* 76: 1-9.