

우장지 버섯(*Antrodia camphorata*) 균사체 배양액으로 제조한 초산발효액이 Streptozotocin으로 유발한 당뇨흰쥐의 혈당과 혈중지질함량에 미치는 영향

신종욱 · 이상일¹ · 김순동[†]

대구가톨릭대학교 외식식품산업학부 식품가공학전공, ¹계명문화대학 식품영양조리과

Effect of Acetic Acid Fermented Juice Prepared Using Submerged Culture Media of *Antrodia camphorata* Mycelium on Blood Glucose and Lipid Profiles of Rats in which Diabetes was Induced with Streptozotocin

Jong-Wook Shin, Sang-Il Lee¹ and Soon-Dong Kim[†]

Department of Food Industrial Technology, Food Science and Technology,
Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

¹Department of Food Nutrition & Cookery, Keimyung College, Daegu 704-703, Korea

Abstract

The effects of acetic acid fermented juice prepared with submerged culture media of *Antrodia camphorata* mycelium (AJA: pH 3.2, acidity 2.0, Brix degree 3.2) on blood glucose levels and serum lipid profiles of rats in which diabetes was induced with streptozotocin (STZ) were investigated. Rats were divided into normal controls (NC), diabetic controls (DM), and groups receiving diluted (1:1, with water) AJA (A1) and undiluted AJA (A2). The volume of liquid given to both A1 and A2 animals was 0.5 mL/100 g body weight. In the A1 and A2 groups, compared with the DM group, polyphagia, liver enlargement, and weight loss caused by diabetes were considerably alleviated, but did not attain the levels of NC group rats. In the A1 and A2 groups, the levels of blood glucose were 17.1% and 28.2% lower than in the DM group. There was no significant difference in the levels of fructosamine between the DM and A1 group, but the A2 group had a level 16.3% lower than the DM group. In the A1 and A2 groups, compared with the DM group, serum triglyceride levels decreased by 44.1-48.0%, serum total cholesterol by 24.0-31.1%, and serum LDL-cholesterol by 25.2-51.1%. The level of HDL-cholesterol in A2 animals rose by 45.9% compared to NC rats. The results show that AJA may be a useful beverage for diabetes patients, offering both antihyperglycemic activity and improvement in levels of serum lipids.

Key words : *Antrodia camphorata*, submerged culture, acetic acid fermentation, antidiabetes.

서 론

우장지 버섯(*Antrodia camphorata*)은 대만의 해발 1,000 m 이상의 고산에 생존하는 100년 이상이 된 녹나무(牛樟樹)에 기생하는 버섯으로 우장지(牛張芝) 또는 장지(張芝)라 불리는 희귀버섯이다. 중국에서는 전통적으로 고혈압, 간암, 염증, 피부가려움증, 복통 및 설사에 사용되어 왔으나(1), 최근

에는 실험적 연구가 많이 이루어지고 있다. 즉, 이 버섯 자실체의 methanol 추출물의 항염작용(2)과 chloroform 23.6%(w/w)과 methanol 8.7%(w/w)추출물의 nitric oxide의 생성억제 및 항암작용(3), 자실체 ethanol 추출물에서 분리한 zhankunic acids의 항염 및 면역활성 효과가 보고되어 있다(4,5). 또, 이 버섯 배양 균사체의 수용성 분획물은 백혈구내 활성산소종의 생성억제(6) 및 항암효과(7)가 있으며, *Antrodia camphorata* CCRC-35396의 균사체 배양액으로부터 분리된 pyrroledione은 HBV(hepatitis B virus)의 생육을 억제한다는 보고가 있다(8). 이 버섯의 균사체에는 steroids,

[†]Corresponding author. E-mail : kimsd@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3216, Fax : 82-53-850-3216

triterpenoids, sesquiterpene, lactones, diterpenes 및 polysaccharides 등 다양한 기능성 성분들이 함유되어 있으며(9), 간염바이러스의 생육억제 외에도 지방암 세포의 성장억제(10), 항균(11) 및 면역활성(12) 등 다양한 기능성이 있으며, 균사체로부터 분리한 maleic 및 succinic acid 유도체와 polysaccharide는 각각 폐암세포의 생육억제(13)와 항암작용(14)이 알려져 있다. 그러나 이러한 기능성에도 불구하고 이를 가공에 활용한 연구는 매우 미흡하다.

본 연구에서는 우장지버섯의 균사체 배양액을 이용한 음료제에 관한 기초적 자료를 마련할 목적으로 이 버섯 균사체 배양액으로 발효시켜 제조한 초산발효액이 streptozotocin으로 유발한 당뇨쥐의 혈당과 혈청지질함량에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

우장지 버섯(*Antrodia camphorata*) 균사체는 유진바이오 팜영농조합에서 제공받았으며, 초산발효용 균주는 *Acetobacter aceti* KCCM 12655를 사용하였다.

균사체 배양

우장지 버섯 균사체 배양은 121°C에서 20분간 살균한 2.4% potato dextrose broth(Becton, Dickinson & Co., Sparks, USA) 500 mL를 넣은 2 L 삼각플라스크에 동일조건으로 전 배양하여 수확한 균사체를 살균한 Polytron homogenizer (AM-10, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)로 10초간 과쇄한 것 1 g을 첨가하여 30°C, 180 rpm에서 10일간 배양하였다. 전기와 동일한 방법으로 균사체를 수확, 과쇄한 후 20 g을 취하여 121°C에서 90분간 살균하여 냉각한 배지 10 L을 넣은 20 L 유리병에 넣어 air filter(50JFO20AN, Toyo

Roshikaisha Ltd., Japan)와 air pump(DY-60, Dongyangsa, Korea)를 부착하여 30°C에서 15일간 배양하였다. 통기량은 manometer를 부착하여 10 L/min으로 조절하였다.

균사체 배양액을 이용한 초산발효

균사체 배양액을 이용한 초산발효는 20 L의 유리용기를 사용하여 15일간 배양한 균사체 배양액에 오렌지즙을 3%되게 가하여 잘 혼합한 후 121°C에서 90분간 살균하였다. 다음에 ethanol을 가하여 최종농도를 3%로 조정한 후 무균적으로 종초를 5%비율로 가하여 air filter(50JFO20AN, Toyo Roshikaisha Ltd., Japan)와 air pump(DY-60, Dongyangsa, Korea)를 부착하여 30°C에서 15일간 배양하였다. 통기량은 manometer를 부착하여 10 L/min으로 조절하였다. 종초는 *Acetobacter aceti*(12655 KCCM)를 배지[manitol 0.5%(w/v), yeast extract 0.5%(w/v), peptone 0.3%(w/v), ethanol 5.0%(v/v)]에 이식하여 30°C에서 15일간 상기와 동일조건으로 배양하여 사용하였다(10^9 cells/mL). 동물실험용 초산발효액은 3겹의 면포로 거른 후 1 L씩 polypropylene 병에 담아 60°C에서 10분간 열처리하여 사용하였다. 열처리한 초산발효액은 pH 3.2, 산도 2.0, 당도 3.2이었다.

실험동물과 실험식이의 조제

동물실험용 기본식은 AIN-76 diet(Teklad, USA)(15)를 기본으로 하여 조제하였다. 실험동물은 5주령의 평균체중이 140 ± 10 g인 Sprague-Dawley계 SPF/VAF outbred rats (Orient Ltd., Sungnamsi, Korea)를 사용하였다. 실험군은 실험동물을 1주일간 환경에 적응시킨 후 정상대조군(NC), 당뇨대조군(DM), 당뇨유발 후 체중 100 g당 균사체 배양액으로 발효시킨 초산발효액(AJA) 1/2 희석액 0.5 mL 경구투여군(A1) 및 당뇨유발 후 체중 100 g당 AJA 0.5 mL 경구투여군(A2)의 4군(Table 1)으로 나누어 각각 7마리씩으로 하여 당뇨를 유발시킨 후 5주간 사육하였다. 경구투여는 5주간 매일 오전 10-12시 사이에 행하였다. 사육장은 stainless steel cage를 사용하고, 온도 및 습도는 $23 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ 로 조정하고, 명암주기는 12시간 간격으로 설정하고, 물과 사료의 섭취는 자유 섭취시켰다.

Table 1. Experimental plots

	(mL/100 g body weight)			
	NC ¹⁾	DM ²⁾	A1 ³⁾	A2 ⁴⁾
AJA ⁵⁾	-	-	0.25	0.5
Distilled water	0.5	0.5	0.25	-

¹⁾NC: normal control group.

²⁾DM: diabetic control group.

³⁾A1: 1/2 diluted AJA administered group after diabetes induction.

⁴⁾A2: AJA administered group after diabetes induction.

⁵⁾AJA: acetic acid fermented juice of submerged cultured *Antrodia camphorata* mycelium.

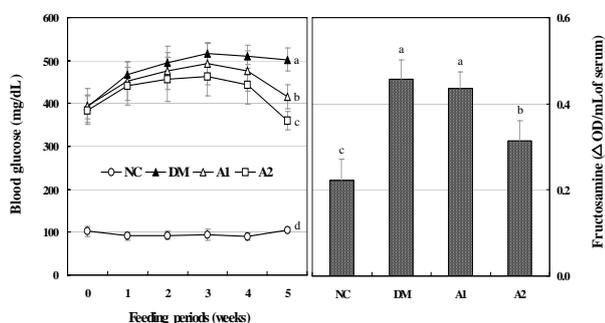


Fig. 1. Effect of AJA¹⁾ on the level of blood glucose and fructosamine in STZ-induced diabetic rats during feeding, and fed for 5 weeks.

¹⁾AJA: acetic acid fermented juice of submerged cultured *Antrodia camphorata* mycelium.

²⁾NC: normal control group, DM: diabetic control group, A1: 1/2 diluted AJA administered group after diabetes induction, A2: BCA administered group after diabetes induction.

³⁾Values are mean \pm SD of 7 rats. Different superscripts in the figure indicate significant differences at $p < 0.05$.

당뇨유발

Streptozotocin(STZ, Sigma Chem. Co. MO, USA)을 0.1 M citrate buffer(pH 4.3)에 녹여 체중 250 g 이상인 실험동물을 대상으로 55 mg/kg 농도로 대퇴부 근육에 주사하였다. STZ 투여 48시간 후 공복 시에 꼬리정맥으로부터 취한 혈액의 혈당농도가 300 mg/dL 이상인 동물을 실험에 이용하였다.

체중, 식이섭취량 및 음용수 섭취량

체중, 식이 및 음용수 섭취량은 전 실험 기간을 통하여 매일 일정한 시간에 측정하였다. 식이효율(feed efficiency ratio, FER)은 같은 기간 동안의 증체량을 동일 기간의 식이 섭취량으로 나눈 값으로 하였다.

혈당 및 혈청 fructosamine 함량

혈당은 공복 시의 꼬리부위 혈관에서 란셋으로 채혈하여 Gluco-Tester(Life Scan Inc., USA)로 측정하였다. 혈청 fructosamine 함량은 Johnson 등(16)의 방법에 따라 ketoamine에 의해 nitroblue tetrazolium(NBT)이 환원되는 정도를 측정하였다. 0.1 M citrate buffer(pH 10.8) 일정량에 적당량의 혈청과 0.25 mM NBT를 가해 37°C에서 반응시키면서 10~15분 사이의 흡광도 변화를 530 nm에서 측정하여 그 차이를 fructosamine으로 계산하였다. fructosamine 함량은 혈청 mL당 흡광도의 변화 정도로 나타내었다.

분석시료의 채취

실험식으로 5주간 사육한 흰쥐를 물 만주고 12시간동안 절식시킨 후 ether 마취 하에서 복부 대동맥으로부터 채혈한 다음, 빙냉의 생리식염수로 간장을 관류하고 장기를 적출한 후 습기를 제거하여 무게를 측정하였다. 채취한 혈액은 실온에서 응고시킨 다음 4°C, 3,000 rpm으로 20분간 원심 분리 하여 혈청을 분리한 후 -70°C에 두면서 분석용 시료로 사용하였다. 분뇨는 매일 24시간 동안 수집하여 변의 색상, 묵기, 무게를 측정하였다.

혈청지질 함량

혈청 triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol 함량은 kit 시약(AM 157S-K, AM 202-K, AM 203-K, Asanpharm Co., Korea)으로 측정하였다. 즉, triglyceride의 함량은 혈청 20 µL에 효소용액 3.0 mL씩을 가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 550 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 혈청 total cholesterol함량은 중성지질의 경우와 동일한 용양비로 37°C에서 5분간 반응, 500 nm에서 흡광도를 측정, 계산식 {mg/dL = (표준용액의 흡광도/검액의 흡광도) x 300}에 의하여 함량을 구하였다. HDL-cholesterol함량은 혈청 100 µL에 효소용액 3.0 mL을 가하여 37°C에서 5분간 반응시킨

후 500 nm에서 흡광도를 측정, 계산식 {mg/dL = (표준용액의 흡광도/검체용액의 흡광도) x 100}에 의하여 함량을 산출하였다. LDL-cholesterol함량은 Friedewald 등(17)의 방법에 따라 계산식, mg/dL = total cholesterol - {HDL-cholesterol + (triglyceride/5)}에 의하여 계산하였다.

통계처리

실험결과는 실험동물 7마리의 평균치 ± 표준편차로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이 및 음용수 섭취량, 식이효율

STZ에 의하여 당뇨가 유발되면 췌장 내 β-세포가 선택적으로 손상되어 insulin의 분비 및 합성이 저하되고 이로 인해 당 대사의 불균형을 초래하여 체지방의 과잉분해 및 체단백의 지속적인 소실로 체중이 감소하게 된다(18). 또한, 당뇨의 대표적인 현상으로 다식, 다음, 당뇨의 3대 현상이 나타난다(19). 본 연구에서 정상군(NC), 당뇨군(DM), 당뇨유발 후 체중 100 g 당 AJA 1/2희석액 0.5 mL 경구투여군(A1) 및 당뇨유발 후 체중 100 g 당 AJA 0.5 mL 경구투여군(A2)으로 구분하여 5주간 사육한 후 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 음용수섭취량을 비교한 결과(Table 2), A1군과 A2군의 1일 체중증가량은 NC군에는 미치지 못하였으나 DM군에 비하여는 증가하는 경향을 보였으며, 식이섭취량과 음용수 섭취량도 DM군에 비하여 감소하는 경향을 보여 당뇨로 인한 다식 다음현상이 완화되었고 식이효율도 DM군에 비하여 A2에서는 개선되는 경향이였다.

Table 2. Effect of AJA¹⁾ on the weight gain, amounts of feed and water intakes, and FER in STZ-induced diabetic rats fed for 5 weeks

Groups ²⁾	Weight gain	Feed intakes (g/day/100 g BW)	Water intakes (mL/day/100 g BW)	FER ³⁾
NC	36.51±3.40 ^{a,4)}	6.93±0.19 ^b	20.06± 2.56 ^c	1.38±0.07 ^a
DM	9.54±2.05 ^c	18.76±3.15 ^a	89.46± 5.12 ^a	0.20±0.09 ^c
A1	14.53±7.22 ^{bc}	17.81±2.16 ^a	80.23±12.91 ^{ab}	0.29±0.16 ^c
A2	19.25±5.46 ^b	16.49±2.30 ^a	72.73±22.49 ^b	0.47±0.24 ^b

¹⁾ AJA: acetic acid fermented juice of submerged cultured *Antrodia camphorata* ycelium.

²⁾ NC: normal control group, DM: diabetic control group, A1: 1/2 diluted AJA ministered group after diabetes induction, A2: AJA administered group after diabetes duction.

³⁾ Feed efficiency ratio: daily weight gain/daily feed intake.

⁴⁾ Values are mean ± SD of 7 rats. Different superscripts within a column(a-c) indicate significant differences at p<0.05.

장기중량

STZ에 의해 당뇨가 유발되면 insulin의 분비가 감소됨으로서 당대사의 불균형을 초래하게 되고 이로 인해 여러 신체장기의 내부에 지질이 축적됨으로써 간장, 신장 및 심장 등 장기가 비대해진다(20,21). 당뇨유발 후 실험식으로 5주간 사육한 흰쥐의 체중에 대한 장기중량 %를 조사한 결과(Table 3), 당뇨대조군(DM)에서는 비장을 제외한 간장, 신장 및 심장의 중량이 유의적으로 증가 하였다. 실험식이 투여군(A1, A2)에서는 투여량의 증가에 따라 간장의 무게는 유의적으로 감소하였으나 심장과 비장에서는 DM과의 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향을 보였다. 따라서 버섯효료의 투여가 당뇨로 인한 간장의 비대현상을 다소 완화시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of AJA¹⁾ on the organ weight percent per body weight in STZ-induced diabetic rats fed for 5 weeks

Groups ²⁾	Final body weight(BW, g)	Liver (g/100 g BW)	Kidney (g/100 g BW)	Heart (g/100 g BW)	Spleen (g/100 g BW)
NC	434.50±43.38 ^a	2.59±0.11 ^{d,3)}	0.58±0.05 ^b	0.30±0.01 ^b	0.16±0.02 ^{NS,4)}
DM	287.50±15.50 ^b	4.47±0.18 ^a	1.09±0.08 ^a	0.38±0.04 ^a	0.20±0.02
A1	289.71±38.70 ^b	4.03±0.12 ^b	1.08±0.05 ^a	0.37±0.04 ^a	0.19±0.03
A2	320.08±48.98 ^b	3.70±0.15 ^c	0.99±0.07 ^a	0.35±0.03 ^a	0.18±0.02

¹⁾AJA: acetic acid fermented juice of submerged cultured *Antrodia camphorata* mycelium.

²⁾NC: normal control group, DM: diabetic control group, A1: 1/2 diluted AJA administered group after diabetes induction, A2: AJA administered group after diabetes induction.

³⁾Values are mean ± SD of 7 rats. Different superscripts within a column(a-c) indicate significant differences at p<0.05.

⁴⁾Not significant.

혈당 및 fructosamine 함량

당뇨유발 후 실험식으로 5주간 사육하는 동안 혈당변화를 조사한 결과(Fig. 1), NC군에서는 90.6~106.0 mg/dL 범위를 유지하였다. DM군에서는 당뇨유발 1주 후부터 전 실험기간 동안 392.4~516.3 mg/dL의 고혈당을 유지하는데 비하여 군사체 초산발효액을 투여한 A1 및 A2군에서는 3주째까지 증가하여 384.2~493.3 mg/dL을 나타내었으나 4~5주째부터 낮아지기 시작하였으며, 5주째의 A1, A2군의 혈당은 DM군에 비하여 각각 17.1 및 28.2%가 감소하였다. Ostman 등(22)은 혈당지수가 높은 음식과 함께 섭취한 식초가 식후의 급격한 혈당 변화를 완화시킨다고 하였으며 이는 식초내의 acetic acid가 당질의 분해와 흡수를 지연시키는 현상과 관련이 있다고 하였다. 또 Jang 등(23)은 소나무버섯 균사체의 배양시에 균사체로부터 배지내로 배출되는 산가용성 또는 알칼리가용성 다당체가 있다고 보고하였다. 따라서 우장지버섯 균사체 배양액을 이용한 초산발효액의 혈당 및 fructosamine의 강화효과는 초산뿐만 아니라 발효액중에 함유하는 다당체와도 관련이 있는 것으로 사료된다.

당뇨병에서는 glucose나 fructose와 같은 환원성 당류의 일부가 energy 대사경로로 이행되지 못하고 단백질과 결합하여 당화단백질을 형성함으로써 2차적인 장기의 기능손상을 야기한다(24). 당뇨병에서 나타나는 고혈당의 조절정도는 혈액내 HbA1c(glycohemoglobin) 또는 혈청 fructosamine의 함량 변화를 관찰함으로써 판단할 수 있다(16). 그러나 혈중 HbA1c의 수준을 평가하는 것은 hemoglobin의 life cycle이 약 3개월 정도가 됨으로 6주이전의 혈당조절을 반영(25)하는 반면 혈청 fructosamine은 2~3주의 혈당조절 정도를 반영한다(26,28). 따라서 본 연구에서는 실험기간이 5주인 점을 고려하여 혈청 fructosamine의 함량을 측정하였다(Fig. 1). 그 결과 혈청 mL당 fructosamine의 함량(OD at $\Delta 530\text{nm}$)은 NC군에서는 0.22 ± 0.05 이었으나 DM군에서는 0.43 ± 0.04 로 약 2배가 증가하였으나, A2군에서는 0.36 ± 0.04 로 DM군에 비해 16.3%가 감소하여 우장지버섯균사체 배양액으로 제조한 초산발효액이 혈청 glucose와 단백질과의 glycation을 억제하는 것으로 평가된다.

혈청지질 함량 및 동맥경화지수

본 실험에서는 우장지 버섯 균사체 배양액으로 제조한 초산발효액의 투여가 당뇨쥐의 혈청 내 지질함량에 미치는 영향을 알아보기 위해 당뇨유발 후 5주간 실험식으로 사육한 결과(Table 4), 혈청 triglyceride 함량은 DM군이 130.27 mg/dL로 NC군의 54.92 mg/dL에 비해 약 2.3배 증가하였으나 A1 및 A2군은 각각 72.85 및 67.72 mg/dL로 DM군에 비해 각각 44.1%와 48.0%의 유의적인 감소를 보였다. Total cholesterol 함량은 DM군이 129.47 mg/dL로 NC군의 83.02 mg/dL에 비해 유의적으로 증가하였으나 A1, A2군은 98.43, 89.16 mg/dL로 DM군에 비해 각각 24.0, 31.1%가 유의적으로 감소하였다. HDL-cholesterol 함량은 DM군이 29.51 mg/dL로 NC군의 39.58 mg/dL에 비해 감소하였으며, A1군에서는 30.24 mg/dL로 유의적인 차이를 보이지 않았으나 A2군은 43.06 mg/dL로 NC군의 수준에 미치지 못하나 DM군에 비해 45.9%가 증가하였다. LDL-cholesterol 함량은 DM군이 73.90 mg/dL로 NC군의 32.46 mg/dL에 비해 유의적으로 증가하였으나 A1군과 A2군은 각각 55.28 및 36.12 mg/dL로 DM군에 비해 각각 25.2 및 51.1%로 유의적으로 감소하였다. 동맥경화지수에서도 A1 및 A2군은 DM군에 비해 유의적으로 낮았으며 특히, A2군은 NC군 수준으로 회복되었다.

당뇨에서는 고혈당으로 인하여 혈청지질의 대사에 이상을 초래하며, 혈청 내 VLDL(very low density lipoprotein)과 LDL(low density lipoprotein)의 함량이 증가하여 동맥경화성 관상동맥질환 또는 뇌혈관질환의 발생율이 높아진다(29). 그러나 혈청지질 중 HDL(high density lipoprotein)은 LDL의 생성을 억제하거나 혈관에 축적된 cholesterol을 감소시킴으로서 동맥경화의 발생을 억제한다(27).

Table 4. Effect of AJA¹⁾ on the level of serum lipids in STZ-induced diabetic rats fed for 5 weeks

Groups ²⁾	Triglyceride (mg/dL)	Total cholesterol (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)	LDL-cholesterol (mg/dL)	Atherosclerotic index
NC	54.92±9.14 ^{c,3)}	83.02±6.39 ^c	39.58±4.78 ^a	32.46±6.65 ^c	2.16±0.36 ^c
DM	130.27±9.28 ^a	129.47±8.96 ^a	29.51±5.16 ^b	73.90±8.98 ^a	4.48±0.68 ^a
A1	72.85±8.39 ^b	98.43±7.20 ^b	30.24±3.81 ^b	55.28±8.64 ^b	3.18±0.39 ^b
A2	67.72±6.10 ^{bc}	89.16±8.28 ^{bc}	43.06±4.48 ^a	36.12±9.89 ^c	2.13±0.48 ^c

¹⁾AJA: acetic acid fermented juice of submerged cultured *Antrodia camphorata* mycelium.

²⁾NC: normal control group, DM: diabetic control group, A1: 1/2 diluted AJA administered group after diabetes induction, A2: AJA administered group after diabetes induction.

³⁾Values are mean ± SD of 7 rats. Different superscripts within a column(a-c) indicate significant differences at p<0.05.

Jung 등(30)의 연구에서는 감식초의 투여가 고 cholesterol 증 흰쥐의 혈중 cholesterol과 triglyceride의 수치를 낮춘다 하였으나 본 실험의 결과는 우장지 버섯 균사체 배양 초산 발효액에 함유된 산가용성의 β-glucan의 함량이 0.07%로 나타난 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

요 약

우장지버섯 균사체 배양액으로 발효시킨 초산발효액(AJA: pH 3.2, acidity 2.0, brix degree 3.2)이 streptozotocin으로 유발한 당뇨흰쥐의 혈당과 혈청지질에 미치는 영향을 조사하였다. 실험용 식이는 AIN-76 diet를 기본으로 하여 조제하였으며 실험동물은 5주령의 평균체중이 140±10 g인 Sprague-Dawley계 흰쥐를 사용하여 정상대조군(NC), 당뇨대조군(DM), 당뇨유발 후 체중 100 g당 AJA 1/2 희석액 0.5 mL 경구투여군(A1) 및 당뇨유발 후 체중 100 g당 AJA 0.5 mL 경구투여군(A2)의 4군으로 나누어 5주간 경구 투여하였다. A1 및 A2군은 DM군에 비하여 당뇨에 의하여 나타나는 다음 및 체중감소현상과 간의 비대현상이 완화되었다. A1 및 A2군의 5주째 혈당은 DM군에 비하여 17.1 및 28.2%가 감소되었으며, fructosamine의 함량은 A1군에서는 뚜렷한 차이가 없었으나 A2군에서는 16.3%가 감소되었다. A1 및 A2군은 DM군에 비하여 혈중 triglyceride 함량은 44.1~48.0%가, total cholesterol 함량은 24.0~31.1%가, LDL-cholesterol 함량은 25.2~51.1%가 각각 감소하였으며, HDL-cholesterol 함량은 A1군에서는 유의차가 없었으나 A2군에서는 45.9%가 증가하였다. 이상의 결과, 우장지버섯 균사체배양액으로 제조한 초산발효액은 STZ로 유도한 고혈당을 완화시키는 항당뇨작용과 혈중지질대사를 개선시켜주는 효과가 있어 앞으로의 활용이 기대된다.

참고문헌

1. Tsai, Z.T. and Liaw, S.L. (1982) The use and the effect of *Ganoderma*, Sheng-Tun Publisher, Taichung, Taiwan, p.116-117
2. Liu, D.Z., Liang, H.J., Chen, C.H., Su, C.H., Lee, T.H., Huang, C.T., Hou, W.C., Lin, S.Y., Zhong, W.B., Lin, P.J., Hung, L.F. and Liang, Y.C. (2007) Comparative anti-inflammatory characterization of wild fruiting body, liquid-state fermentation and solid-state culture of *Taiwanofungus camphoratus* in microglia and the mechanism of its action. *J. Ethnopharmacol.*, 114, 78-85
3. Rao, Y.K., Fang, S.H. and Tzeng, Y.M. (2007) Evaluation of the anti-inflammatory and anti-proliferation tumoral cells activities of *Antrodia camphorata*, *Cordyceps sinensis* and *Cinnamomum osmophloeum* bark extracts. *J. Ethnopharmacol.*, 114, 78-85
4. Shen, Y.C. (2004) Anti-inflammatory activity of the extracts from mycelia of *Antrodia camphorata* cultured with water-soluble fractions from five different *Cinnamomum* species. *FEMS Microbiol. Lett.*, 231, 137-143
5. Shen, Y.C., Wang, T.H. Chou, Y.C. Chen, C.F., Lin, L.C. and Chang, T.T. (2004) Evaluation of the anti-inflammatory activity of zhankuic acids isolated from the fruiting bodies of *Antrodia camphorata*. *Planta Med.*, 70, 310-314
6. Shena, Y.C., Choua, C.J., Wangb, Y.H., Chena, C.F., Chouc, Y.C. and Lu, M.K. (2004) Anti-inflammatory activity of the extracts from mycelia of *Antrodia camphorata* cultured with water-soluble fractions from five different *Cinnamomum* species. *FEMS Microbiol. Lett.*, 231, 137-143
7. Hseu, Y.C., Wu, F.Y., Wu, J.J., Chen, J.Y., Chang, W.H., Lu, F.J., Lai, Y.C. and Yang, H.L. (2005) Anti-inflammatory potential of *Antrodia Camphorata* through inhibition of iNOS, COX-2 and cytokines via the NF-κB pathway. *Int. J. Immunopharmacol.*, 5, 1914-1925
8. Shen, C.C., Yang, H.C., Huang, R.L., Chen, J.C. and Chen, C.C. (2005) Anti-HBV principle from the culture broth of *Antrodia camphorata*(STRAIN #CCRC-35396). *J. Chin. Med.*, 16, 57-61
9. Chen, C.H., Yang, S.W. and Shen, Y.C. (1995) New steroid acids from *Antrodia cinnamomea*, a fungal parasite of *Cinnamomum micranthum*. *J. Nat. Prod.*, 58, 1655-1661
10. Yang, H.L., Chen, C.S., Chang, W.H., Lu, F.J., Lai, Y.C., Chen, C.C., Hseu, T.H., Kuo, C.T. and Hseu, Y.C. (2006)

- Growth inhibition and induction of apoptosis in MCF-7 breast cancer cells by *Antrodia camphorata*. *Cancer Lett.*, 231, 215-227
11. Wu, C.Y. and Liang, Z.C. (2005) *Antimicrobial activity of extract from Antrodia camphorata cultured on pearl barley by solid-state fermentation*. *Taiwanese J. Agric. Chem. Food Sci.*, 43, 295-303
 12. Cheng, P.C., Hsu, C.Y., Chen, C.C. and Lee, K.M. (2008) *In vivo immunomodulatory effects of Antrodia camphorata polysaccharides in a T1/T2 doubly transgenic mouse model for inhibiting infection of Schistosoma mansoni*. *Toxicol. Appl. Pharm.*, 277, 291-298
 13. Nakamura, N., Hirakawa, A., Gao, J.J., Kakuda, H., Shiro, M., Komatsu, Y., Sheu, C. and Hattori, M. (2004) *Five new maleic and succinic acid derivatives from the mycelium of Antrodia camphorata and their cytotoxic effects on LLC tumor cell line*. *J. Nat. Prod.*, 67 46-48
 14. Liu, J.J., Huang, T.S., Hsu, M.L., Chen, C.C., Lin, W.S., Lu, F.J. and Chang, W.H. (2004) *Antitumor effects of the partially purified polysaccharides from Antrodia camphorata and the mechanism of its action*. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 201, 186-193
 15. Im, J.G., Kang, M.S., Park, I.K. and Kim, S.D. (2005) *Dietary effect of Liripis tuber water extracts on the level of blood glucose and werum cholesterol in streptozotocin-induced diabetic rat*. *J. East Asian Soc. Dietary.*, 15, 20-28
 16. Johnson, R.N., Metcalf, P.A. and Baker, J.R. (1982) *Fructosamine: a new approach to the estimation of serum glycosylprotein. An index of diabetic control*. *Clin. Chim. Acta*, 127, 87-95
 17. Friedwald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S. (1972) *Estimation of the concentration of the low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge*. *Clin. Chem.*, 18, 499-502
 18. Smith, O.L.K., Wong, C.Y. and Gelfand, R.A. (1989) *Skeletal muscle proteolysis in rat with acute streptozotocin-induced diabetes*. *Diabetes*, 38, 1117-1122
 19. Park, K.S., Lee, D.E., Shung, J.H. and Chung, S.H. (2002) *Comparisons of antidiabetic effect of panax ginseng on MLD STZ-induced diabetic rats terms of time of administration*. *J. Ginseng Res.*, 26, 191-195
 20. Grey, N.J., Krals, I. and Kipnis, D.M. (1975) *Physiological mechanism in the development of starvation ketosis in man*. *Diabetes*, 24, 10-14
 21. Mogensen C.E., Anderson M,J,F. (1973) *Increased kidney size and glomerular filtration rate early jurvenile diabetes*. *Diabetes*, 22, 706-712
 22. Ostman E., Granfeldt Y., Persson L. and Bjorck I. (2005) *Vinegar supplementation lowers glucose and insulin responses and increases satiety after a bread meal in healthy subjects*. *Clin. Nutr.*, 59, 983-988
 23. Jang, K.H., Shin, K.O., Kim, S.D. (2005) *Free amino acid and polysaccharide content of submerged mycelial culture of Fomitopsis pinicola*. *Korean J. Food Preserv.*, 12, 379-386.
 24. Berrone, E., Beltramo, E., Solimine, C., Ape, A.U. and Porta, M. (2006) *Regulation of intracellular glucose and polyol pathway by thiamine and benfotiamine in vascular cells cultured in high glucose*. *J. Biol. Chem.*, 281, 9307-9313
 25. Kawasumi, M., Tanaka, Y., Uchino, H., Shimizu, T., Tamura, Y., Sato, F., Mita, T., Watada, H., Sakai, K., Hirose, T. and Kawamori, R. (2006) *Strict glycemic control ameliorates the increase of carotid IMT in patients with type 2 diabetes*. *J. Endocrinol.* 53, 45-50
 26. Demetrious, J.A. (1987) *Glycosylated proteins. "Methods in Clinical Chemistry" (Pesce AJ, Kaplan LA eds), Mosby Co. Washington DC, USA., p.113-123*
 27. Tall, A.R. (1990) *Plasma high density lipoproteins metabolism and relationship to atherogenesis*. *J. Clin. Invest.*, 86, 379-384
 28. Jones, I.R., Owens, D.R., Williams, S., Ryder, R.E., Birtwell, A.J., Jones, M.K., Gicheru, K. and Hayes, T.M. (1983) *Glycosylated serum albumin: an intermediate index of diabetic control*. *Diabetes Care*, 6, 501-503
 29. Lee, I.S., Lee, S.W. and Lee, I.Z. (2003) *Effects of tissue cultured ginseng on blood glucose and lipid in streptozotocin-induced diabetic rats*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 280-285
 30. Jung, S.H., Kim, J.H., Jeong, Y.J. and Choi, M.J. (1999) *Effect of persimmon vinegar on serum lipid profile in rats with high cholesterol diet*. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 9, 421-426

(접수 2008년 6월 30일, 채택 2008년 9월 26일)