

큰느타리버섯이 당뇨쥐의 혈당 및 혈중콜레스테롤에 미치는 영향

강태수* · 강미선¹ · 성재모 · 강안석² · 손형탁³ · 이신영⁴

도립충북과학대학 식품생명과학과,
¹강원대학교 농생물학과, ²강원도농업기술원 북부농업시험장
³강원도농업기술원 해안농업시험장, ⁴강원대학교 환경생물공학부

Effect of *Pleurotus eryngii* on the Blood Glucose and Cholesterol in Diabetic Rats

Tae-Su Kang*, Mi-Sun Kang¹, Jae-Mo Sung, An-Seok Kang², Hyeong-Rak Shon³
and Shin-Young Lee⁴

Department of Food Engineering and Biotechnology, Chungbuk Provincial University
of Science and Technology, Okchon 373-807, Korea

¹Department of Agriculture Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

²Kangwon Provincial RDA, Northern Agriculture Experiment Station, Chulwon 269-830, Korea

³Kangwon Provincial RDA, Coastal Agriculture Experiment Station, Kangnung 210-851, Korea

⁴Division of Environmental and Biological Engineering, Kangwon National University,
Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT: This study was conducted to investigate the effects of *Pleurotus eryngii* fruiting body on blood glucose and cholesterol levels in streptozotocin-induced diabetic rats. Male Sprague-Dawley rats were used as experimental animals and experimental groups were divided into three groups, consisting of two control groups (diabetic and non-diabetic) and one *P. eryngii* group. Animals were fed experimental diets for 2 weeks. The values of diet and water intake of *P. eryngii* group were lower than those of diabetic control group. The body weights of both groups after 2 weeks decreased by 18% as compared with initial values. The level of blood glucose decreased significantly by 16.9% in *P. eryngii* group as compared with diabetic control group, and there was a significant difference in glycosylated hemoglobin (GHb) level between both groups. The levels of total-cholesterol, LDL-cholesterol in plasma and atherosclerotic index were not significantly different between both groups. However the level of HDL-cholesterol increased significantly by 28% in *P. eryngii* group as compared with diabetic control group. These results suggested that fruiting bodies of *P. eryngii* exert blood glucose-lowering effect in streptozotocin-induced diabetic rats.

KEYWORDS: *Pleurotus eryngii*, Diabetic rats, Blood glucose, Cholesterol

큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)은 주름버섯목, 느타리버섯과의 느타리버섯속에 속하는 사물기생균으로 버섯의 줄기가 일반 느타리에 비해 굵고 길며, 주로 아열대 지방의 대초원지대에 널리 분포하는 버섯으로(Zadrazil, 1974) 우리나라에서는 “큰느타리” 또는 “새송이”라 불리기도 한다. 지금까지 유통되고 있는 느타리버섯은 약 13종이 등록되어 있는데(농촌진흥청, 1998), 품종간에 맛이나 형태, 색깔 등에서 큰 차이가 없는데 반해, 큰느타리는 육질이 치밀하여 맛이 좋고, 향과 품질이 우수하므로 소비가 늘어나고 있는 실정이다. 큰느타리는 단백질 함량이 34~38%(dry wt. basis)로 높고, 수분함량은 81.5~86.5%로 일반 느타리에 비해 낮으며(Jandaik and Rangad, 1978), 필수아미노산과 비타민 등도 다량 함유되어 있다.

일반적으로 버섯에는 유용성분들이 다양하게 함유되어

있으며, 그중에서도 대표적인 생리활성 성분이 β -glucan과 같은 다당류(polysaccharide)와 단백질 또는 펩타이드가 다당류에 결합된 peptide-bound polysaccharide 또는 protein-bound polysaccharide이다(Chang *et al.*, 1993). 그 밖에도 버섯의 성분중에서 근래에 관심을 끌고 있는 것은 제 6의 영양소라 불리는 식이섬유(dietary fiber)이다.

식이섬유는 사람의 소화효소에 의해 소화되지 않는 고분자물질의 총칭으로 수용성(SDF) 및 불용성 식이섬유(IDF)로 구분되며(Trowell, 1972), 버섯에는 특히 불용성 식이섬유가 많이 함유되어 있다. 식이섬유는 수용성과 불용성에 따라 생리기능은 차이가 있으며(Schneeman, 1987), 칼로리가 낮아 다이어트에 효과가 있고, 담즙산 흡착능, 양이온교환능, 수분결합능 및 콜레스테롤 감소효능 및 당뇨병(Diabetes mellitus)과 깊은 관련이 있는 혈당강하효능 등이 있는 것으로 알려져 있다.

당뇨병은 체장의 랑게르한스섬에 있는 베타세포에서 인

*Corresponding author <E-mail: tskang@cotech.ac.kr>

슈린 분비 이상 또는 인슈린 기능의 장애로 고혈당(hyperglycemia)을 동반하는 이질성질환으로 인슈린 의존형과 비의존형이 있으며(Anderson *et al.*, 1991), 오래동안 당뇨가 지속되면 탄수화물 대사 뿐만 아니라 단백질과 지질대사까지 이상을 초래하여 합병증이 유발될 수 있다. 따라서 당뇨병을 치료하기 위해서는 운동, 약물 및 식이요법을 병행하여야 하며, 그 중에서도 가장 기본이 되는 것은 식이요법이다. 당뇨병환자를 위한 식이요법에서는 3대 영양소의 균형있는 공급과 식이섬유(dietary fiber)가 많이 함유되어 있는 식품을 권장하고 있다. 그러므로 버섯은 식이섬유 함량이 매우 높기 때문에 당뇨병환자를 위한 건강식품이나 기능성식품의 소재로서 충분히 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 측면에서 큰느타리버섯은 기존의 느타리와는 달리 기호성이 매우 뛰어나 수요자들의 욕구를 충족시킬 수 있는 유망품종의 버섯으로 생각되나 아직 큰느타리버섯과 관련된 성분, 생리활성 및 품질특성 등에 관한 연구는 매우 미흡하며, 일부 큰느타리의 균사생육과 인공재배에 관한 강 등(2000) 및 김 등(1997)의 연구보고가 있는 정도이다.

따라서 본 연구에서는 생리활성이 잘 알려져 있지 않은 큰느타리버섯의 기능성을 검토하기 위한 연구의 일환으로 큰느타리버섯이 streptozotocin 당뇨 유발 흰쥐의 혈당 및 혈중 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사하였으며, 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

큰느타리버섯 균주 및 자실체의 생산

큰느타리버섯(*P. eryngii*) 균주는 강원도 농업기술원에서 보관하며 사용하던 큰느타리버섯 1호를 사용하였다. 큰느타리버섯 자실체의 생산은 전보(강 등, 2000)에서와 같이 참나무 톱밥 70%와 쌀겨 30%를 부피비율로 혼합하고, 수분함량을 70%(v/v)로 조절한 다음, 850 ml의 pp병에 일정량씩 충전하였다. 121°C에서 90분간 고압 멸균한 다음, 실온으로 방냉하여, 톱밥중균을 접종하고 25°C의 배양실에서 30-35일간 균사를 배양하였다. 균사확장이 끝난 pot는 뚜껑을 열고 균급기를 하였으며, 생육실로 옮긴 후, 일주일 동안 발이를 유도하였다. 어린버섯(young body)인 균체가 형성된 다음, 최적 자실체 생육조건으로 배양하여 자실체를 생산하였다.

동물실험용 식이의 조제

동물실험용 식이조성은 표준식이의 경우, 탄수화물로 sucrose 50%, corn starch 15% 및 cellulose 5%를 각각 사용하였으며, 단백질은 casein 20%, 지질은 corn oil 5%를 각각 사용하여 조제하였다. 그 밖에 DL-methionine 0.3%, choline bitartrate 0.2%와 mineral 혼합물 3.5% 및 vitamin 혼합물(AIN mixture-76) 1.0%를 사용하였다. 한편, 큰느타리버섯 식이균은 표준식이 조성중 cellulose 5% 대신 큰-

느타리버섯 건조분말 5%를 첨가하여 조제하였으며, 그 이외의 성분은 표준식이와 동일하게 사용하였다. 이때 첨가한 큰느타리버섯 분말은 큰느타리버섯을 적외선 건조기(JY-230, 진영기공(주))에서 45°C의 온도로 건조시킨 후, 분쇄기로 분말화하고, 150 mesh로 체를 친 후 사용하였다. 물과 식이는 충분히 섭취토록 공급하여 주었으며, 식이는 4°C에서 보관하며 사용하였다.

실험 동물

본 실험에 사용한 실험동물은 5주령의 웅성 Sprague-Dawley 계열로 (주)대한바이오링크로부터 구입하여 stainless-steel cage에 2마리씩 넣고, 온도 20±22°C, 습도 50±10% 및 12시간 주기의 명암하에서 1주간 고형사료로 적응사육하였다. 당뇨유발은 streptozotocin (Sigma S-0130)을 citrate buffer(pH 4.5)에 녹여 50 mg/kg의 농도로 1회(1 ml) 복강 주사하고, 2일후 12시간 절식 시킨 후, 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당농도가 180 mg/dl 이상인 것들만 당뇨쥐로 사용하였다. 실험동물은 체중과 혈당농도를 고려하여 정상쥐 표준식이군, 당뇨쥐 표준식이군 및 큰느타리버섯 식이군으로 나누었으며, 각 군은 10마리를 1군으로 하여 2주간 실험사육하였다. 식이와 물섭취량 및 배변량은 매일 cage별로 조사하여 평균값으로 계산하여 구하였으며, 체중은 2일간격으로 측정하였다.

혈장의 분리 및 생화학적 분석

2주간에 걸쳐 실험사육이 끝난 다음, 12시간 동안 절식시키고 ethyl ether로 마취시켜 심장에서 주사기로 채혈하였다. 채혈된 혈액은 즉시 heparin(Sigma H-7005)으로 처리하여 응고를 방지하였고, 3,000 rpm(4°C)에서 15분간 원심분리하여 상등액으로부터 혈장(plasma)을 분리하였다. 혈중 포도당 농도는 혈당 측정용 kit(AM 201-K, 아산제약(주))를 이용하여 효소법에 의해 비색정량하였으며, 당화혈색소(glycosylated hemoglobin) 함량은 친화 크로마토그래피를 이용한 kit(BioSystem, Spain)로 정량하였다. 또, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지질(triglyceride) 함량도 아산제약의 분석용 kit를 각각 사용하여 비색정량법으로 구하였으며, 인지질(phospholipid) 함량은 인지질분석용 kit(Iatron, Japan)로 측정하였다. LDL-콜레스테롤은 Friedewald의 식인 [LDL-콜레스테롤 = 총콜레스테롤 - (중성지질/5 + HDL 콜레스테롤)]으로 계산하여 산출하였으며, 동맥경화지수(Atherosclerotic index, AI)는 Haglund 등(1991)의 방법에 따라 AI = (총콜레스테롤 - HDL 콜레스테롤)/HDL 콜레스테롤 식으로 각각 계산하였다.

통계 처리

본 실험결과는 평균치(mean)와 표준편차(standard deviation)로 표시하였고, 각 실험군 사이의 평균값들에 대한 통계적 유의성은 SAS program을 이용하여 p < 0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

식이섭취량, 배변량 및 체중변화

실험 사육 2주 동안의 식이 및 물 섭취량을 관찰한 결과는 Fig. 1 및 2와 같다. 먼저 식이섭취량을 보면, 큰느타리버섯군은 1주차에 비해 2주차에 식이섭취량이 증가하였으며, 당뇨대조군에 비해 식이섭취량이 적었다. 이는 큰느타리버섯을 첨가한 식이가 표준식에 비하여 위에 주는 포만감이 상대적으로 컸거나 관능의 차이에서 오는 결과로 생각되었으며, 정상대조군의 식이섭취량은 실험 2주 동안 하루평균 약 23~28 g 정도로 큰 변화 없이 일정한 값을 보였다.

물 섭취량(Fig. 2)의 경우도 식이섭취량과 비슷한 경향을 나타내었는데, 당뇨대조군이 큰느타리버섯군에 비해 물 섭취량이 많았으며, 자료로 나타내지는 않았으나 정상군의 물 섭취량은 당뇨대조군과 큰느타리버섯군의 약 10%에 해

당되는 21~30 ml 정도이었다. 이는 강과 정(2000)이 보고한 약용버섯이 당뇨쥐의 혈당에 미치는 영향에서 당뇨대조군의 식이섭취량 및 물섭취량이 약용버섯 투여군보다 많았다는 사실과 잘 일치하였다. 또 Fig. 1과 2에서 7일째 식이 및 물 섭취량이 급격히 감소한 것은 혈당 측정을 위하여 12시간 동안 절식시켰기 때문이다.

한편, 체중의 변화(Fig. 3)는 큰느타리버섯군과 대조군 모두 1주차까지는 초기체중에 비하여 감소하는 경향을 보였으나 그 이후 부터는 큰 변화없이 비교적 일정한 값을 나타내었다. 2주 동안 큰느타리버섯 투여군과 당뇨대조군 모두 초기 체중에 비해 약 18% 정도 체중감소율을 나타내었으나, 정상대조군의 경우는 초기 평균체중이 240 g에서 1주일 후 273 g, 2주 후에는 308 g으로 증가하여 초기체중에 비해 약 28%의 증가율을 나타내었다. 양 등(2000)은 버섯된장 추출물이 당뇨쥐의 혈당에 미치는 영향을 검토한 결과에서 당뇨유발군이 정상대조군에 비해 체

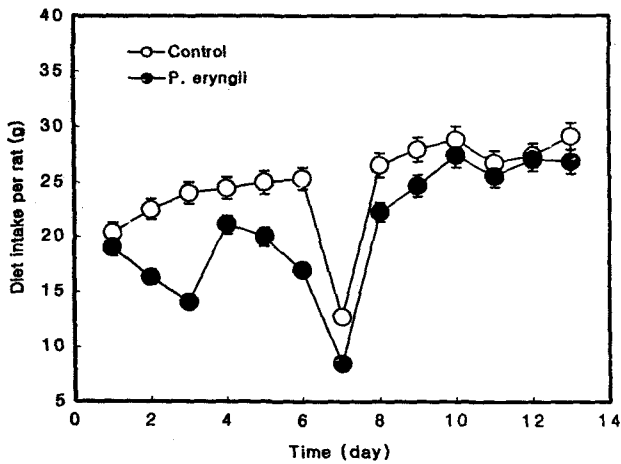


Fig. 1. Diet intake of diabetic rats fed experimental diets for 2 weeks. Values are mean±S.D. of control (n=8) and *P. eryngii* group (n=10).

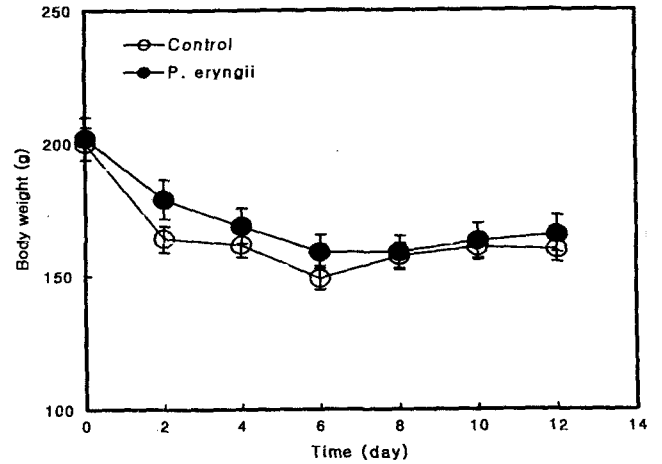


Fig. 3. Changes of body weight of diabetic rats fed experimental diets for 2 weeks. Values are mean±S.D. of control (n=8) and *P. eryngii* group (n=10).

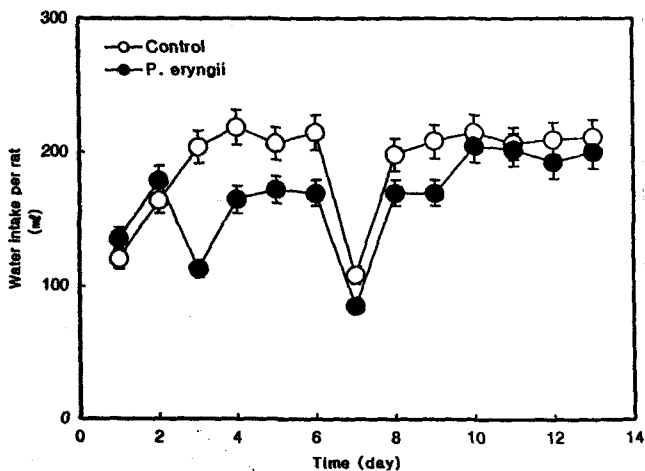


Fig. 2. Water intake of diabetic rats fed experimental diets for 2 weeks. Values are mean±S.D. of control (n=8) and *P. eryngii* group (n=10).

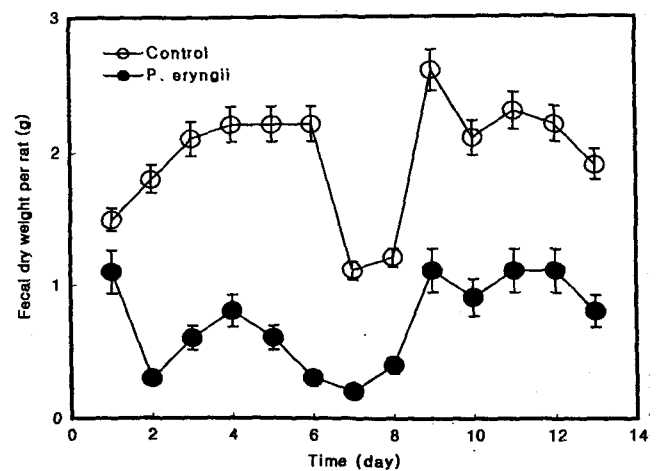


Fig. 4. Fecal dry weight of diabetic rats fed experimental diets for 2 weeks. Values are mean±S.D. of control (n=8) and *P. eryngii* group (n=10).

중이 감소하였으며, 버섯된장 추출물 투여군이 당뇨대조군에 비해 체중이 다소 높았다고 보고하였다.

한편, 배변량(Fig. 4)의 경우도 큰느타리버섯군이 당뇨대조군에 비하여 낮게 나타났는데, 이는 큰느타리버섯군의 식이섭취량이 당뇨대조군에 비해 적었기 때문인 것으로 생각되었다.

혈중 포도당 농도 및 당화 혈색소 함량

당뇨쥐의 혈당과 혈중 총 당화혈색소를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 도표에서 보는 바와 같이 당뇨대조군의 경우, 초기 혈당 농도가 370.3 mg/dl이던 것이 1주차에 390.3 mg/dl로 약간 상승하였고, 2주차에는 581.2 mg/dl(2주)로 크게 상승하였다. 반면, 큰느타리버섯군은 초기 혈당치가 372.8 mg/dl에서 1주차에는 298.8 mg/dl로 크게 감소하였고, 다시 2주차에는 483.2 mg/dl로 크게 증가하였다. 결과적으로 1, 2주차의 큰느타리버섯 투여군의 혈당 농도는 당뇨대조군에 비하여 각각 23.4%와 16.9% 감소하여 큰느타리버섯이 혈당을 유의적으로 감소시키는 효능이 있음을 알 수 있었다.

또, 총 당화혈색소(total glycosylated hemoglobin, GHb)의 함량도 도표에서와 같이, 당뇨대조군이 23.4%인데 비하여 큰느타리버섯군은 17.3%로 유의적으로 낮은 값을 나타내어 큰느타리버섯은 혈당강하 효과가 있음을 재확인할 수 있었다. 총 당화혈색소의 경우 실험 전날의 식이섭취량이나 섭취시간에 의한 영향을 받지 않으며, 혈당 조절이 잘되지 않을 경우, 그 농도가 증가하는 것으로 알려져 당뇨병의 합병증 발생지표로 이용되고 있다. 강 등(1998)은 약용버섯이 당뇨쥐의 혈당에 미치는 영향을 검토한 보고에서 약용버섯중에서 신령버섯(*Agaricus blazei*)투여군이 당뇨대조군에 비해 혈당치를 1주차에 28%, 2주차에 15%를 감소시켰다고 보고한 바 있으며, 양 등(2000)도 버섯된

장 추출물이 당뇨쥐에 대한 혈당강하효능이 있음을 밝힌 바 있다.

콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수(A.I.)

총 콜레스테롤, HDL 및 LDL-콜레스테롤과 동맥경화지수를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 총 콜레스테롤 농도는 큰느타리버섯군이 당뇨대조군에 비해 약간 높았으나 유의성은 없었으며, 사람에게 유용한 콜레스테롤로 알려져 있는 HDL-콜레스테롤은 큰느타리버섯군이 41.83 mg/dl로 당뇨대조군에 비해 약 28% 높은 유의성 있는 값을 나타내었다. LDL-콜레스테롤의 함량은 큰느타리버섯군이 38.17 mg/dl로 당뇨대조군의 45.82 mg/dl 보다 16.7% 정도 낮은 값을 보였으나 유의성은 없었다.

이상의 콜레스테롤의 수치로 심혈관계 질환에 미치는 영향을 알아보기 위하여 동맥경화지수(Atherosclerotic index, AI)를 구한 결과, 큰느타리버섯군이 1.73으로 당뇨대조군의 1.94에 비해 10.8% 정도 낮은 값을 보였으나 유의성은 없었으며, 정상대조군의 1.42에 비해서는 21.8~36.6% 높은 값을 보였다. 최 등(2001)은 *Lentinus tuber-regium*(LTR)이 정상쥐의 비만 및 지질대사에 미치는 영향에서 LTR 투여 그룹이 대조군에 비해 HDL-콜레스테롤은 3~10%의 생성효과가 있으며, AI는 대조군에 비해 8~13% 정도 유의적인 감소효과가 있는 것으로 보고한 바 있다.

혈중 중성지질 및 인지질농도

혈중 중성지질 및 인지질 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 비만과 관계가 있는 것으로 알려진 중성지질(triglyceride)의 경우, 정상군이 78.1 mg/dl인 반면, 큰느타리버섯군은 118.46 mg/dl로 이 값은 당뇨대조군의 105.69 mg/dl과는 큰 차이가 없었으며, 인지질(phospholipid)은 큰느타리버섯군이 116.16 mg/dl로 당뇨대조군이 140.17 mg/dl

Table 1. Concentration of glucose and glycosylated hemoglobin (GHb) in plasma of diabetic rats fed the experimental diets for 2 weeks

Groups	Number of rats (n)	Glucose (mg/dl)			GHb (%)
		Begin	1st week	2nd week	
Non-diabetic control	10	121.3±7.6 ^b	120.3±6.6 ^c	118.2±3.2 ^c	10.4±11.4 ^c
Diabetic control	8	370.3±17.6 ^a	390.3±67.6 ^a	581.2±43.2 ^a	23.4±11.4 ^a
<i>Pleurotus eryngii</i>	10	372.8±22.6 ^a	298.8±22.6 ^b	483.2±63.9 ^b	17.3±4.7 ^b

Values are mean±S.D.

Means with the different superscripts in a column are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Concentration of total, HDL and LDL-cholesterol in plasma of diabetic rats fed the experimental diets for 2 weeks

	Groups		
	Non-diabetic control (n = 10)	Diabetic control (n = 8)	<i>Pleurotus eryngii</i> (n = 10)
Total-cholesterol (mg/dl)	76.28±18.16 ^b	96.96±6.98 ^a	102.62±6.07 ^a
HDL-cholesterol (mg/dl)	32.72±11.29 ^b	32.61±2.06 ^b	41.83±8.77 ^a
LDL-cholesterol (mg/dl)	33.78±11.84 ^a	45.82±7.57 ^a	38.17±10.96 ^c
Atherosclerotic index	1.42±0.52 ^b	1.94±0.08 ^a	1.73±0.19 ^a

Values are mean±S.D.

Means with the different superscripts in a row are significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Concentration of triglyceride and phospholipid in plasma of diabetic rats fed the experimental diets for 2 weeks

	Groups		
	Non-diabetic control (n = 10)	Diabetic control (n = 8)	<i>Pleurotus eryngii</i> (n = 10)
Triglyceride (mg/dl)	78.1±48.81 ^b	105.69±38.70 ^a	118.46±41.33 ^a
Phospholipid (mg/dl)	105.00±18.10 ^b	140.17±3.93 ^a	116.16±7.22 ^b

Values are mean±S.D.

Means with the different superscripts in a row are significantly different (p < 0.05).

보다 낮았다. 김 등(2001)은 고지혈증 흰쥐에 대한 버섯분말의 콜레스테롤 저하효과 실험에서 표고, 영지, 느타리버섯 분말을 각각 5:3:2(w/w/w) 비율로 혼합하여 식이에 4% 수준으로 급여한 결과, 간장의 중성지질 함량은 버섯투여군이 대조군에 비해 유의적으로 증가한 반면, 인지질 농도는 대조군에 비해 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와 비슷한 경향임을 알 수 있었다.

이상의 결과로부터 큰느타리버섯은 당뇨쥐의 혈당농도를 저하시키고, HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키는 효능을 가지고 있는 것으로 생각되며, 앞으로 큰느타리버섯의 생리활성에 관한 다양하고 세밀한 연구들이 필요할 것으로 판단된다.

적 요

큰느타리버섯이 streptozotocin 당뇨 유발 흰쥐의 혈당 및 혈중 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Sprague-Dawley 계열의 수컷 쥐를 3군(정상 및 당뇨 대조군, 큰느타리버섯군)으로 나누어 2주간 실험식을 공급하였다. 그 결과, 식이 및 물 섭취량은 큰느타리버섯군이 당뇨대조군에 비해 적었다. 2주 후의 체중은 큰느타리버섯군과 당뇨대조군 모두 초기 체중에 비해 약 18% 정도 감소하였다. 큰느타리버섯군의 혈당 농도는 당뇨대조군에 비하여 16.9% 유의적인 감소 값을 보였으며, 총 당화혈색소 (total glycosylated hemoglobin, GHb)의 함량도 큰느타리버섯군이 당뇨대조군에 비해 유의적인 감소를 나타내었다. 큰느타리버섯군과 당뇨대조군의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 함량 및 동맥경화지수(Atherosclerotic index, AI)는 서로 유의성이 없었으나 HDL-콜레스테롤은 큰느타리버섯군이 당뇨대조군에 비해 약 28% 유의적 증가를 보였다. 중성지질 함량은 큰느타리버섯군이 당뇨대조군에 비해 높았으나 인지질 함량은 낮았다. 이상의 결과로부터 큰느타리버섯은 당뇨쥐의 혈당을 감소시키는 효과가 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

강미선, 강태수, 강안석, 손형락, 성재모. 2000. 큰느타리버섯

(*Pleurotus eryngii*)의 균사배양 및 인공재배에 관한 연구. 한국균학회지 28: 73-80.
 강태수, 정재현. 2000. 약용버섯이 당뇨쥐의 혈당 및 혈중콜레스테롤에 미치는 영향. 충북과학대학논문집 3: 1-14.
 강태수, 박승의, 이정숙, 이학수, 김선영, 이신영. 1998. 건강식품 소재를 이용한 당뇨환자용 기능성식품 소재의 개발(II). 농업과학논문집 40: 199-206.
 김범규, 신갑근, 전병삼, 차재영. 2001. 고지혈증 흰쥐에 있어서 버섯분말의 콜레스테롤 저하 효과. 한국식품영양과학회지 30: 510-515.
 김한경, 정중천, 장현유, 김광포, 차동열, 문병주. 1997. *Pleurotus eryngii*(큰느타리버섯)균의 인공재배(I). 한국균학회지 25: 305-310.
 농촌진흥청. 1998. 품종해설집. Pp. 200-233.
 양병근, 정상철, 허남정, 하상오, 김기영, 금교혁, 윤종원, 송치현. 2000. 버섯된장 추출물의 당뇨 유발 흰쥐에 대한 혈당강하 효과. 한국균학회지 28: 126-129.
 최진호, 박수현, 김대익, 김정민, 김창목, 김광포. 2001. 유용버섯 *Lentinus tuber-regium*이 비만 및 지질대사에 미치는 영향. 한국균학회지 29: 47-51.
 Anderson, J. W., Zeigler, J. A., Deakins, D. A., Floore, T. L., Dillon, D. W., Wood, C. L., Oletgen, P. R. and Whitley, R. J. 1991. Metabolic effect of high carbohydrate, high-fiber diets for insulin-dependent diabetic individuals. *Am. J. Clin. Nutr.* 54: 936-943.
 Chang, S. T., Buswell, J. A. and Chiu, S. W. 1993. Mushroom biology and mushroom product. Pp 3-17. The Chinese University Press. Hong Kong.
 Haglund, O., Luostarinen, R., Wallin, R., Wibell, L. and Saldeen, T. 1991. The effects of fish oil on triglyceride, cholesterol, fibrinogen, and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E. *J. Nutr.* 121: 165-169.
 Jandaik, C. L. and Rangad, C. O. 1978. Biochemical changes in *Pleurotus* species with respect to different growth stages. *Mushroom Science X(Part I)*: 419-426.
 Schneeman, B. O. 1987. Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. *Food Technol.* 41: 81-82.
 Trwell, H. C. 1972. Ischaemic heart disease and fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* 25: 926-932.
 Zadrazil, F. 1974. The Ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae*, and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Science IX(Part 1)*: 621-655.