

영지버섯으로 배양된 한국 유기농 토종 쌀의 생산 조건과 혈당강하 효과에 관한 연구*

양병근*** · 이상화**** · 이태근*** · 박석환**

A Study on the Hypoglycemic Effects and the Production Conditions of the Korean Organic Native Rice Cultured by *Ganoderma lucidum*

Yang, Byung-Keun · Lee, Sang-Hwa · Lee, Tae-Geun · Park, Seok-Hwan

This study was conducted to investigate the hypoglycemic effects and the production conditions of the Korean organic native rice cultured by *Ganoderma lucidum*. The broth culture of *Ganoderma lucidum*, the inoculation and culture of *Ganoderma lucidum* to the Korean organic native rice, and the oral administration of the Korean organic native rice cultured by *Ganoderma lucidum* to the streptozotocin-induced diabetic rats, were carried out. Then, the blood glucose level, the serum total cholesterol and triglyceride, and the activities of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase, were analyzed. The pH 4.5 at 30°C was the optimal condition of the broth culture of *Ganoderma lucidum*. When the physical shape and the smell of the produced rice were considered, the optimal conditions to produce the Korean organic native rice cultured by *Ganoderma lucidum*, were the seeding of *Ganoderma lucidum* to Korean organic native rice in the rate of 7.5% weight, and the culture period of 9days at 28°C. In streptozotocin-induced diabetic rats, the blood glucose level of the dieted group by the Korean organic native rice cultured by *Ganoderma lucidum* for 2 weeks, were significantly decreased when compared with the control. And, the levels of the total cholesterol and triglyceride in serum were ranked less than those of the control. Also, in streptozotocin-induced diabetic rats, the activities of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase in the serum of the dieted group by the Korean organic

* 본 연구는 산업통상자원부의 지역혁신센터(RIC) 사업의 일환으로 서원대학교 친환경 바이오 소재 및 식품센터(BioRIC)의 2011년도 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

** Corresponding author, 서원대학교 환경공학과(shp@seowon.ac.kr)

*** 농업회사법인 휴살림푸드(주)

**** 서원대학교 친환경 바이오소재 및 식품센터

native rice cultured by *Ganoderma lucidum* for 2 weeks, were lower than those of the control.

Key words : *Ganoderma lucidum*, hypoglycemic effects, Korean organic native rice, production conditions

I. 서 론

우리나라는 농경을 시작하던 기원전 6~7세기경부터 삼국시대를 거치는 동안에 농업국으로서 농산물이 주요 식량원이 되었으며 특히 쌀을 비롯한 곡류는 우리에게 주식으로서 지금까지 자리를 하고 있다. 현재 우리나라 1인당 연간 쌀 소비량은 1979년 135.6kg을 정점으로 2003년 83.2kg, 2007년 76.9kg으로 급격히 감소하고 있다. 이는 식생활 패턴이 밥에서 패스트푸드나 인스턴트식품으로 전환되었기 때문이라 생각되며, 이에 따라 국민건강을 위협하는 성인병 발생이 증가되고 있는데 이는 서구식생활과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다(Ha, 2002). 임 등(Lim et al., 2010)은 유기농 쌀의 환경에 대한 영향은 화학농의 4.5 %로 환경에 대한 오염부담이 매우 낮은 것으로 평가하였으며, 정 등(Jeong and Jang, 2012)은 소비자의 연령이 낮을수록, 소득이 높을수록 유기농식품의 소비를 증가시킬 확률이 높은 것으로 나타났다고 주장하였으며, 박 등(Park et al., 2012)은 쌀의 유기재배 전환 이후 생산량은 감소하였으나 소득은 증가한 것으로 나타났다고 보고하였고, 윤 등(Yoon et al., 2012)은 유기농 쌀와 잡곡의 기능성 물질들을 분석, 제시함으로써 향후 기능성 제품 개발에 대한 가능성을 평가하였다. 쌀의 영양학적 우수성이 클로즈업 되면서 쌀의 기호성뿐 아니라 기능적 우수성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, Grapo 등(Grapo et al., 1977)은 감자나 식빵보다 쌀밥 섭취 시 혈당 및 인슐린 분비가 낮고, 쌀밥 형태가 가루나 죽, 떡 등 가공형태보다 혈당량의 급격한 증가나 인슐린 분비를 억제한다고 보고하였고, 김 등(Kim et al., 1995)은 백미에는 돌연변이억제 활성이 있으며 가공형태인 밥, 백설기, 미숫가루 등도 억제 활성이 소실되지 않아 항돌연변이 활성이 존재함을 보고하였다. 토종쌀 또한 영양학적 우수성이 부각되면서 병충해 등의 친환경 재배법의 해결 방안으로도 큰 장점을 지니고 있다(National academy, 2008). 최근 우리의 유전자원을 보존하고, 지역의 토종자원 활성화와 친환경농업 실현을 위해 토종쌀의 연구가 활발히 진행되고 있다. 담자균류에 속하는 버섯은 생리활성 물질이나 기능성 성분에 대한 연구가 활발히 진행되어 항암성(Tsukagoshi and Ohashi, 1974), 면역활성증강(Yang et al., 2007), 혈당강하(Yang et al., 2007), 지질저하(Yang et al., 2002), 혈중 콜레스테롤 저하(James et al., 1993) 작용 등이 과학적으로 입증되었으며 일부 기능성 물질이 추출, 정제되어 의약품으로 상품화되기도 하였다. 이와 같은 효능을 나타내는 성분은 β -glucan, heteroglycan, glycoprotein 등의 비소화성의수용성 다당류로서 건물

량으로 버섯의 약 10% 이상을 차지하고 있다. 버섯 활용방법으로 자실체를 이용하거나 균사체를 액체배양하여 유용성분을 분리, 정제하는 방법들이 주로 이용되는데, 자실체를 이용하는 경우 일부 버섯은 자실체로의 인공 재배가 불가능하거나 가격이 비싸기 때문에 산업적으로 대중화하기에 한계가 있으며, 균사체를 액체배양하는 경우 유용성분을 분리, 정제하는데 많은 비용이 소요되는 단점이 있다. 한편 버섯균을 곡물에 접종하여 배양하는 고체배양기술이 버섯 활용의 한 방법으로 이용되고 있는데 이는 유용성분을 얻기 위한 별도의 추출, 정제공정이 필요 없으며, 배양물 전체를 일반 곡물처럼 손쉽게 섭취할 수 있기 때문에 소비자의 건강증진에 기여함은 물론 국내산 곡물의 부가가치를 증대시킬 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구는 영지버섯으로 배양된 한국 토종 쌀의 생산을 위해서, 먼저 영지버섯균을 배양하여 토종쌀에 고체배양을 하기 위한 최적의 조건을 찾고, 배양된 토종 영지버섯 쌀을, streptozotocin(STZ)으로 당뇨병이 유발된 흰 쥐에 일정기간 동안 경구투여한 후 당뇨병 흰쥐의 혈당변화와 혈청지질 농도 등을 비교 검토하여 당뇨병의 개선효과를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 영지버섯 균사체 배양

본 실험에 사용한 영지버섯(*Ganoderma lucidum*)은 충청북도 괴산군 불정면 앵천리 야산에서 채취하여 분리한 것을 계대배양하여 사용하였다. 영지버섯 균사체 액체배양을 위해 버섯 액체배양의 기본 배지인 MCM(mushroom complete medium; glucose 2%, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05%, KH_2PO_4 0.046%, K_2HPO_4 0.1%, yeast extract 0.2%, peptone 0.2%, pH 4.5)을 기본 배지로 하였고, pH 처리는 2.5에서 8.0까지 0.5 간격으로 배양하였고, 온도 처리는 25, 30, 35°C로 배양하였다.

2. 토종 쌀을 이용한 버섯 균사체 배양

유기인증을 받은 필지에서 농약과 화학비료를 사용하지 않고 생산한 유기 토종 쌀(조동지)을 하룻밤 동안 물에 침지한 후 물을 빼고 비닐봉지에 수침한 곡물을 담고 autoclave로 고압 살균 처리하였다. 고압 살균 처리된 토종 쌀에 액체배양한 버섯 균사체를 접종한 후 28°C로 고정된 배양기에서 7~10일간 배양하였다.

3. 버섯으로 배양된 한국 토종 쌀의 항당뇨 추정

체중이 100~120g인 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 대한 실험동물 센터에서 구입하여 22±0.5°C, 습도 55±5%, 12시간의 명암 사이클을 유지하는 사육실에서 stainless steel cage에 1마리씩 분리하여 일주일간 실험실 환경에 적응시킨 후 본 실험에 들어갔으며, 시험기간 동안 기본적인 사양관리는 실험동물 복지 및 관리 기준에 의거하여 실시하였다(National Institute of Anima Science, 1 Animal Care Committee of Korea).

당뇨 유발은 췌장의 β -cell에만 특이적으로 작용하여 다른 기관에는 영향을 주지 않으며, insulin의 결핍으로 고혈당을 유발시킨다고 알려져 있는(Lazarus and Shapiro, 1972) streptozotocin (STZ)을 0.1M citrate에 용해시켜 근육 주사(50mg/kg body weight)하며, 당뇨 유발 확인은 STZ을 주사한지 24시간 후에 꼬리 정맥에서 채혈한 혈액의 혈당량이 300mg/dl 이상인 것을 당뇨쥐로 간주하여 본 실험에 사용하였다. 고혈당이 유발된 흰쥐를 각 군당 8마리로 하여 혈당값과 평균체중이 유사하도록 배치시키고, 실험기간 동안 물과 사료는 자유롭게 섭취케 하였다. 당뇨 유발 실험군들은 saline(대조군)과 시료를 2주 동안 매일 체중 kg당 100mg을 경구투여 하였다(Table 1).

Table 1. Classification of experimental groups

Group	Administration (100mg/kg body weight)
Normal ¹⁾	None
Control ²⁾	0.9% NaCl
KNPR ²⁾	Korea organic native polished rice
KNUR ²⁾	Korea organic native unpolished rice
KNPRCGL ²⁾	Korea organic native polished rice cultured Ganoderma lucidum
KNURCGL ²⁾	Korea organic native unpolished rice cultured Ganoderma lucidum

¹⁾ Normal rat (n=8)

²⁾ Diabetic rat induced by streptozotocin (50mg/kg b.w.) (n=8)

당뇨유발 후 2일에 한번씩 rats의 꼬리에서 채혈하여 혈당치를 측정하였다. 실험동물의 체중은 오전의 일정한 시간에 매일 측정하며, 사료 섭취량은 각 실험군별로 체중 측정 직전에 잔량을 수거하여 측정하였다.

사육이 끝난 실험동물은 희생시키기 9시간 전부터 절식시키고 물만 공급하며, ether로 마취하여 복부대동맥으로부터 주사기로 채혈한 혈액은 4°C에서 원심분리(1,110×g/15분)하여 혈장으로 사용하였다. 간장, 신장, 췌장 및 비장의 무게는 복부 절단한 실험동물로부터 각 장기를 적출해서 지방 및 결합조직을 제거한 후 생리식염수(0.9% NaCl)로 세척하고 여지로 수분을 제거한 후 무게를 측정하였다.

혈장 포도당은 glucose oxidase법, total cholesterol은 효소법, triglyceride는 Bucolo법, phospholipid은 효소법, HDL-cholesterol은 phosphotungstic acid-Mg 침전법, alanine aminotransferase(ALT) 및 aspartate aminotransferase(AST) 활성도는 Reitman-Frankel법에 의한 kit(Sigma Co.)를 사용하여 측정하였다. LDL-cholesterol 함량은 Fridewald 등이 제안한 공식 [Total cholesterol-(HDL-cholesterol+triglyceride/5)]을 이용하여 계산하였다.

본 실험 결과들은 SPSS(statistical package of social science) program을 이용하여 분석, 비교하였다. 각 결과들은 ANOVA(analysis of variance)분석을 통해 실험군 별로 평균(mean) \pm 표준오차(SE)로 나타내며, 각 실험군 간의 평균치의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test(Duncan, 1957)에 의해 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 영지버섯의 액체배양 조건

영지버섯의 액체배양 조건을 확립하기 위해 pH와 온도에 따른 균사체 생장을 확인한 결과가 Fig. 1과 Fig. 2에 나타나 있다. pH는 4.5와 5.0에서, 온도는 30°C에서 가장 높은 균사체 생산을 나타내었다. 영지버섯의 액체배양 최적 조건은 pH 4.5와 5.0이고, 30°C가 최적의 배양 조건임을 알 수 있었다. 한편, 최적 pH와 온도를 찾기 위한 각각의 배양에 있어서, 배양 완료 후 pH는 3.0~3.5 사이를 나타내었다.

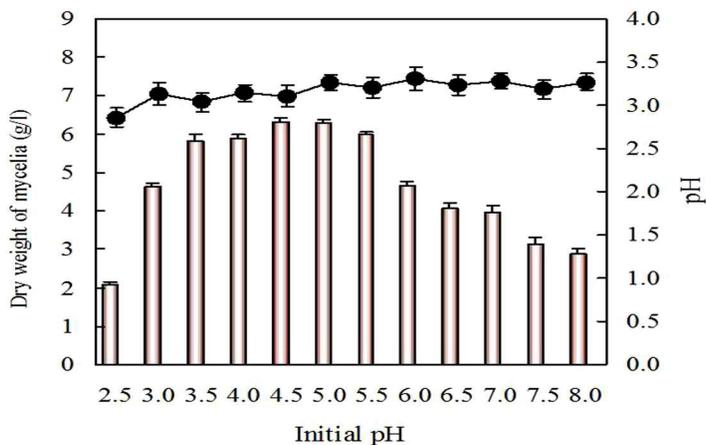


Fig. 1. Effects of initial pH for production of mycelia from the broth culture of *Ganoderma lucidum*
Culture conditions : 25°C, 120 rpm, and 7 days

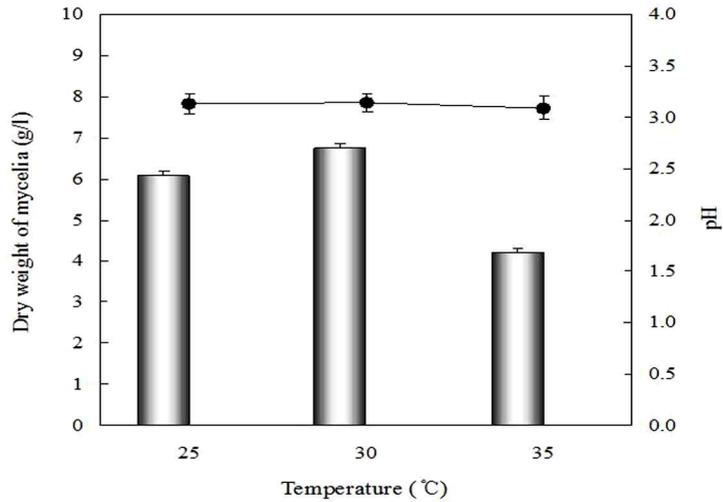


Fig. 2. Effects of temperature for production of mycelia from the broth culture of *Ganoderma lucidum*

Culture conditions : pH 4.5, 120 rpm, and 7 days

2. 버섯으로 배양된 한국 토종 쌀의 생산을 위한 배양조건

쌀의 멸균을 위해 멸균 가능한 봉투의 크기가 32*44.5cm인 곳에 쌀을 1~2.5kg까지 넣어 멸균 후 영지버섯을 배양했을 때, 1kg일 때가 물리적 형태나 배양기간이 최적으로 나타났다. 접종량은 균사체액배양액 7.5%을 접종했을 때, 배양온도는 28°C일 때 가장 적절한 물리적 형태를 나타내었고, 배양기간이 10일로 가장 짧았다. 버섯 쌀 배양 기간에 따른 색깔, 버섯 향 및 물리적 형태를 관찰한 결과, 색깔은 9일과 10일 배양에서 가장 좋았고, 버섯 향은 12일째에서 가장 진하게 나타났으며, 물리적 형태는 8일에서 13일 사이 모두 양호하였다. 따라서 9일 배양이 위의 여러 가지 측면에서 가장 효율적인 것으로 나타났다.

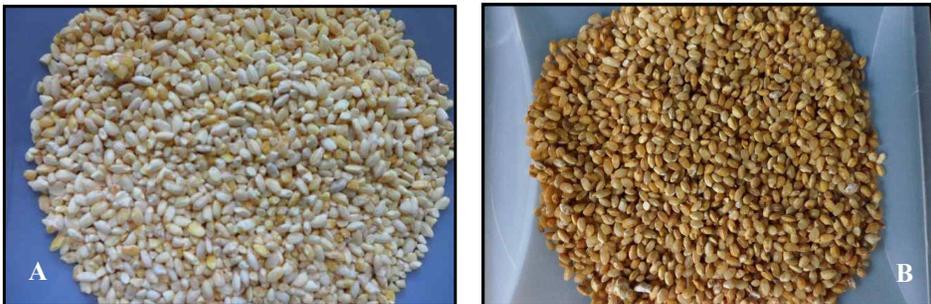


Fig. 3. Korean organic native polished rice cultured *Ganoderma lucidum* (A) and Korean organic native unpolished rice cultured *Ganoderma lucidum* (B)

상기의 결과들로 보아 버섯 쌀의 배양을 위해서는 1kg의 쌀을 멸균한 후 식힌 다음 7.5% 을 접종해서 28℃에서 9일간 배양하면 버섯 쌀이 최적의 물리적 형태, 색감, 버섯 향이 나타났고, 배양기간도 가장 짧은 것으로 나타났다. 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미의 실제 모습이 Fig. 3에 제시되어 있다.

3. 항당뇨 효과

영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미를 당뇨 유발 흰쥐에 14일간 급여 후 각 군의 체중과 식이 섭취량의 변화를 각각 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 체중에 있어서 대조군(Control)보다 당뇨 유발군들이 사육 시간이 지날수록 증가하는 것을 보였으나, 정상군(Normal)보다는 적은 체중이었다. 이는 Streptozotocin이 췌장의 β -cell을 선택적으로 파괴하여 insulin 생성의 이상을 초래하여 당대사의 불균형을 일으켜 체중이 쉽게 회복되지 않기 때문이다. 그러나 당뇨 유발 실험군 중에서, 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미 투여군들이 대조군보다 체중 증가가 많이 되는 것으로 보아, 이의 섭취에 의해 Streptozotocin으로 당뇨가 유발된 흰쥐에 있어서 insulin의 분비를 다소 증가시켜 주는 것으로 사료된다.

식이 섭취량의 경우에는, 당뇨 유발 실험군 중에서 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미 투여군들이 대조군보다 낮게 나타났다. 이러한 현상은 대조군에서는 당뇨의 증상 중에 다식증이 억제되지 않았기 때문인 것으로 판단할 수 있다.

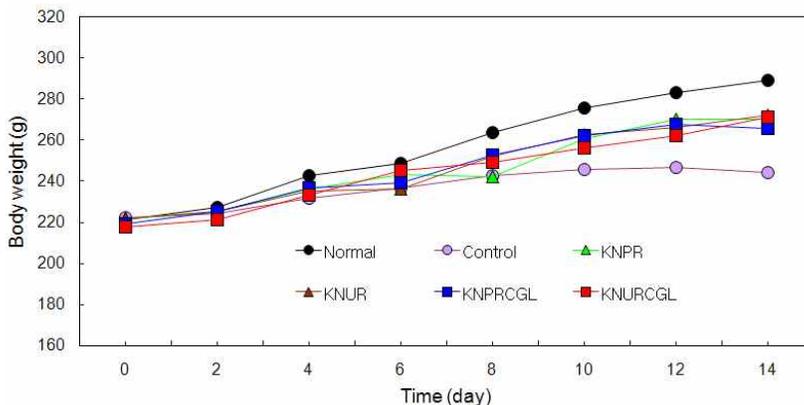


Fig. 4. Effect of *Ganoderma lucidum* cultured Korean organic native rice on the body weight change in streptozotocin-induced diabetic rats for 2 weeks

KNPR : Korean organic native polished rice, KNUR : Korean organic native unpolished rice,
 KNPRCGL : Korean organic native polished rice cultured *Ganoderma lucidum*,
 KNURCGL : Korean organic native unpolished rice cultured *Ganoderma lucidum*

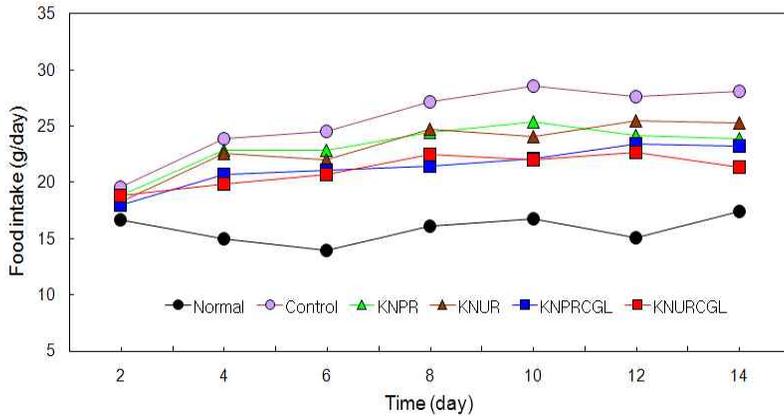


Fig. 5. Effect of *Ganoderma lucidum* cultured Korean organic native rice on the food intake change in streptozotocin-induced diabetic rats for 2 weeks

KNPR : Korean organic native polished rice, KNUR : Korean organic native unpolished rice, KNPRCGL : Korean organic native polished rice cultured *Ganoderma lucidum*, KNURCGL : Korean organic native unpolished rice cultured *Ganoderma lucidum*

당뇨가 유발된 흰쥐에 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미를 14일간 급여한 후 흰쥐의 간, 신장, 비장 및 췌장의 무게를 측정된 결과가 Table 2에 제시되어 있다. 정상군, 대조군 및 당뇨유발 실험군들 간에 별다른 차이는 나타나지 않았다.

Table 2. Effect of *Ganoderma lucidum* cultured Korean organic native rice on the weights of various organs in streptozotocin-induced diabetic rats for 2 weeks

Group ¹⁾	Liver (g)	Kidney (g)	Spleen (g)	Pancreas (g)
Normal	9.31±0.23 ^{NS}	2.14±0.03 ^{NS}	0.49±0.02 ^{NS}	0.50±0.02 ^{NS}
Control	9.82±0.25	2.33±0.04	0.52±0.01	0.48±0.04
KNPR	9.47±0.26	2.26±0.03	0.53±0.02	0.49±0.02
KNUR	9.21±0.25	2.31±0.05	0.55±0.03	0.47±0.05
KNPRCGL	9.24±0.22	2.19±0.02	0.51±0.03	0.47±0.03
KNURCGL	9.41±0.24	2.26±0.03	0.57±0.02	0.51±0.04

¹⁾ See Table 1, Values are means ± S.E. (n=8)

^{NS} Not significant.

영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미를 당뇨가 유발된 흰쥐에 14일간 투여 시 나타나는 혈당의 변화를 Fig. 6에 나타내었다. 당뇨 유발 실험군들에서 모두 고혈당이 나타났지만, 토종 현미와 백미를 투여한 군들과 영지버섯으로

배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미를 투여한 군들이 대조군보다 유의적으로 혈당을 감소시켰다. 특히 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미의 투여군들은 대조군에 비해 혈당을 약 30% 감소시켜 insulin의 분비 증가와 췌장 β -cell의 손상을 완화시키는 효과가 있는 것으로 판단된다.

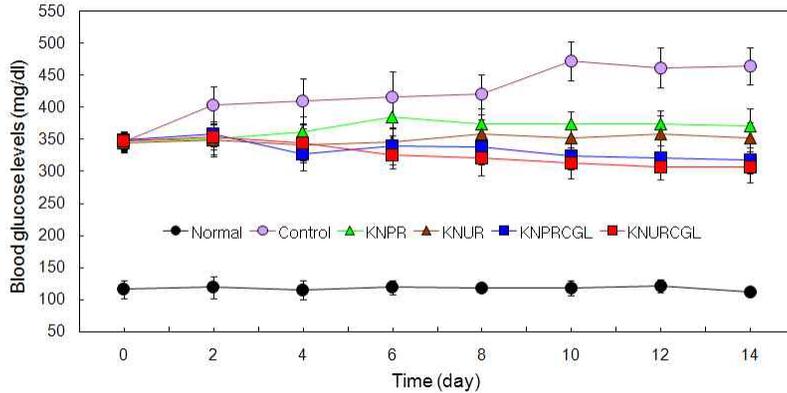


Fig. 6. Effect of *Ganoderma lucidum* cultured Korean organic native rice on the blood glucose change in streptozotocin-induced diabetic rats for 2 weeks

KNPR : Korean organic native polished rice, KNUR : Korean organic native unpolished rice,
 KNPRCGL : Korean organic native polished rice cultured *Ganoderma lucidum*,
 KNURCGL : Korean organic native unpolished rice cultured *Ganoderma lucidum*

당뇨병의 대사적 특징은 혈당의 상승과 비정상적인 지질대사로, 혈당의 상승으로 지질과 산화 반응을 유도하여 동맥경화증을 유발할 수 있으며, 혈당의 조절상태가 불량할수록 고지혈증이 심해지므로, 혈중 very low-density lipoprotein 제거율이 감소되어 혈중 total cholesterol과 triglyceride가 증가된다. Table 3에서 보는 바와 같이 당뇨 유발군들이 혈중 total cholesterol과 triglyceride가 정상군보다 높게 나타났으며, 토종 백미와 현미 및 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미의 섭취가 당뇨로 인한 혈장 total cholesterol과 triglyceride의 증가를 유의적으로 억제하는 것은 Yang 등(Yang et al., 2007)의 잔나비겉상버섯이 당뇨쥐의 혈장 total cholesterol과 triglyceride를 감소시켰다는 보고와 같은 경향을 보였다. 이는 토종 백미와 현미 및 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미에 함유된 단백당체 등이 관여하였거나 이들의 상호 작용에 의한 효과로 판단된다.

Table 3. Effect of *Ganoderma lucidum* cultured Korean organic native rice on the serum total cholesterol and triglyceride in streptozotocin-induced diabetic rats for 2 weeks

Group ¹⁾	Total cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)
Normal	70.32 ± 3.42 ^a	60.56 ± 3.01 ^a
Control	98.71 ± 4.28 ^c	90.51 ± 5.42 ^c
KNPR	87.78 ± 5.27 ^b	82.51 ± 5.23 ^{bc}
KNUR	89.15 ± 6.23 ^b	83.53 ± 4.72 ^{bc}
KNPRCGL	80.12 ± 3.28 ^{ab}	76.52 ± 6.12 ^b
KNURCGL	79.16 ± 4.81 ^{ab}	77.12 ± 3.38 ^b

¹⁾ See Table 1, Values are means ± S.E. (n=8)

^{a, b, c} Values with different superscript letters in the same column significantly different among the groups at p<0.05.

토종 백미와 현미 및 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미의 섭취가 혈장 ALT와 AST 활성에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. ALT와 AST 활성은 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상시 세포외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로써 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. 당뇨시에 간장내 지질 대사 이상을 초래하여 간장 손상을 일으켜 ALT와 AST가 증가하는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서 당뇨 유발군들이 ALT와 AST 활성이 높게 나타난 것은 고혈당으로 인한 간장의 손상으로 추측되며, 토종 백미와 현미 및 영지버섯으로 배양된 한국 토종 백미와 영지버섯으로 배양된 한국 토종 현미의 섭취군이 대조군보다 ALT와 AST 활성이 낮게 나타난 것은 이들의 섭취가 고혈당으로 인한 간장 손상을 어느 정도 회복시켜 준 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of *Ganoderma lucidum* cultured Korean organic native rice on the activities of ALT (alanine aminotransferase) and AST (aspartate aminotransferase) in serum of streptozotocin-induced diabetic rats for 2 week

Group ¹⁾	ALT (IU/L)	AST (IU/L)
Normal	26.45 ± 0.92 ^a	87.75 ± 4.19 ^a
Control	45.42 ± 4.64 ^b	119.23 ± 5.14 ^b
KNPR	38.73 ± 0.61 ^{ab}	102.05 ± 3.46 ^{ab}
KNUR	38.07 ± 1.31 ^{ab}	100.31 ± 5.91 ^{ab}
KNPRCGL	33.17 ± 2.24 ^{ab}	97.28 ± 4.75 ^{ab}
KNURCGL	31.25 ± 2.24 ^{ab}	93.11 ± 3.29 ^{ab}

¹⁾ See Table 1, Values are means ± S.E. (n=8)

^{a, b, c} Values with different superscript letters in the same column significantly different among the groups at p<0.05.

IV. 요약

영지버섯으로 배양된 유기 한국 토종 쌀이 항당뇨 효과에 미치는 영향을 알아보기 위하여 영지버섯의 액체배양과 유기 한국 토종 쌀에서의 영지버섯 배양 및 생산된 유기 한국 토종 영지버섯 쌀을 당뇨가 유발된 흰쥐에 경구투여한 후, 혈당, 혈청 지질 및 alanine aminotransferase(ALT)와 aspartate aminotransferase(AST) 활성을 조사하였다.

영지버섯 액체배양 조건은 pH가 4.5와 5.0이고, 온도는 30°C에서 최적인 것으로 나타났고, 유기 한국 토종 영지버섯 쌀 생산 조건으로는, 물리적 형태나 배양 조건 등을 고려했을 때, 1kg의 토종 쌀에 7.5%의 종균을 접종하여, 28°C에서 9일간 배양하는 것으로 나타났다. 혈당 강하 효과 시험에서 당뇨 유발군에서, 영지버섯으로 배양된 유기 한국 토종 쌀의 급여군에 있어서의 혈당의 감소정도가 대조군보다 유의하게 감소하였다. 또한 영지버섯으로 배양된 유기 한국 토종 쌀의 급여군에 있어서의 혈장 total cholesterol과 triglyceride는 대조군에서 보다 낮은 수치를 나타내었고, ALT와 AST 활성은 대조군에서 보다 낮은 수치를 나타내었다.

[논문접수일 : 2014. 3. 31. 논문수정일 : 2014. 5. 19. 최종논문접수일 : 2014. 6. 16.]

Reference

1. Duncan, D. M. 1957. Multiple range tests for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics*. 13: 164-170.
2. Grapo, P. A., G. Reaven, and J. Olefsky. 1977. Postprandial plasma-glucose and plasma-insulin response to different complex carbohydrate. *Diabetes* 26: 1178-1183.
3. Ha, T. Y. 2002. Nutritional and functional properties of rice. *Proceedings of the Korean Society of Postharvest Science and Technology of Agricultural Products Conference*. pp 64-71.
4. James, H. H., C. E. Chandler, L. D. Pellarin, F. W. Bangerter, R. W. Wilkins, W. Robert, C. A. Long, and J. T. Mayne. 1993. Pharmacologic consequences of cholesterol absorption inhibition. *J. Lip. Res.*, 34: 377-382.
5. Jeong, H. K. and J. K. Jang. 2012. Analysis of consumption of homemade organically processed food. *Korean J. Organic agric.* 20: 1-19.
6. Kim. I. H., H. S. Chun, T. Y. Ha, and T. H. Moon. 1995. Effect of processing on the

- antimutagenicity of rice. *Korean J Food Sci Technol* 27: 944-949.
7. Lazarus, S. S. and S. H. Shapiro. 1972. Streptozotocin-induced diabetes and islet cell alteration in rabbits. *Diabetes* 21: 129-235.
 8. Lim, S. T., C. S. Lee, and S. R. Yang. 2010. Environmental impact and external cost analysis by LCA : conventional vs. organic rice. *Korean J. Organic agric.* 18: 1-19.
 9. National academy of agricultural science of Korea. 2008. Genetic characteristics of Korean native rice. p. 376.
 10. Park, J. S., S. S. Lee, Y. H. Kim, and J. I. Choi. 2012. Analysis of economic effects for organic cultivation agriculture in rice. *Korean J. Organic agric.* 20: 519-533.
 11. Tsukagoshi, S. and F. Ohashi. 1974. Protein-bound polysaccharide preparation, PS-K, effective against mouse sarcoma-180 and rat ascites hepatoma AH-13 by oral use. *Gann.* 65: 557.
 12. Yang, B. K., J. B. Park, and C. H. Song. 2002. Hypolipidemic effect of exo-polymer produced in submerged mycelial culture of five different mushroom. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 12: 957-961.
 13. Yang, B. K., Y. A. Gu, Y. T. Jeong, H. Jeong, and C. H. Song. 2007. Chemical characteristics and immuno-modulating activities of exo-biopolymers produced by *Grifola frondosa* during submerged fermentation process. *International Journal of Biological Macromolecules*, 41(3): 227-233.
 14. Yang, B. K., Y. S. Jeong, and C. H. Song. 2007. Hypoglycemic effects of *Ganoderma applanata* and *Collybia confluens* exo-polymers in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytotherapy Research*, 21 (11): 1066-1069.
 15. Yoon, S. T., T. H. Kim, J. C. Nam, T. Y. Kim, H. R. Kim, S. H. Jo, S. W. Lee, M. C. Lee, M. J. Kim, and S. M. Kim. 2012. Comparison of functional materials in organic cultivated minor cereal crops. *Korean J. Organic agric.* 20: 619-630.