상황버섯 열수추출물의 항산화 활성과 식후 혈당 상승 억제 효과

최황용 · 하경수 · 조성훈 · 가은혜 · 장흥배* · 권영인

한남대학교 식품영양학과, *한국폴리텍바이오대학 바이오품질관리과

Antioxidant and Anti-hyperglycemic Effects of a Sanghwang Mushroom(*Phellinus linteus*) Water Extract

Hwang-Yong Choi, Kyoung-Soo Ha, Sung-Hoon Jo, Eun-Hye Ka, Hung-Bae Chang and *Young-In Kwon

Dept. of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 305-811, Korea

Dept. of Bio Quality Control, Korea Bio Polytechnic, Chungnam 320-905, Korea

Abstract

The inhibitory activities of a water extract of Sanghwang mushroom(*Phellinus linteus*)(SWE) against α -glucosidases were evaluated in this study. Inhibiting these enzymes involved in the absorption of disaccharides significantly decreases the postprandial increase in blood glucose level after a mixed carbohydrate diet. Oxygen radical absorbance capacity and 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl scavenging activities of the SWE were evaluated to investigate the antioxidant activity of the SWE associated with complications of long-term diabetes. Furthermore, the postprandial blood glucose lowering effect of SWE was compared to a known type 2 diabetes drug(Acarbose®) in a Sprague-Dawley rat model. SWE significantly reduced the blood glucose increase after sucrose loading. These results suggest that SWE, which has high α -glucosidase inhibitory activity and high antioxidant activities, has the potential to contribute to a useful dietary strategy for controlling postprandial hyperglycemia.

Key words: α -glucosidase, maltase, sucrase, glucoamylase, antihyperglycemic activity, antioxidant

서 론

생활환경과 식생활의 패턴의 변화로 현대인에게 당뇨병이나 심혈관계 질환과 같은 만성 질환들이 증가하고 있으며, 최근에 이르러 많은 연구를 통해 이러한 만성 질환들은 생체내의 산화적 스트레스에 의해 생성되는 활성산소에 의한 것으로 알려져 있다(Yhe 등 2003). 인체 내에는 활성산소를 방어하는 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GPX), catalase(CAT), glutathione reductase 등의 항산화 효소를 가지고 있지만, 과도한 스트레스에 노출되어 있는 현대인들은 인체내의 항산화 효소의 역할만으로 방어체계를 유지되지 못하여 DNA 손상이 유발된다. 따라서 추가적인 항산화 효과를

확보하기 위해서 외부적인 요소에 의한 항산화제를 개발하여 사용하고 있지만, 이 역시 합성 항산화제의 경우 독성, 발암성의 문제를 이유로 천연물을 이용한 안전한 항산화 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 한편, 이러한 항산화체계의 불안전성으로 유발되는 질병 중 당뇨병은 현대인에 있어서 가장 흔한 내분비계장애질환으로 전 세계적으로 급격히 발병률이 증가를 하고 있다. 과거 당뇨병은 40~50세에 집중적으로 발생하는 성인병으로 취급되었으나, 근래에는 연령층도 점점 낮아지고 있으며, 소아 당뇨 환자도 증가하고 있는 추세이다(Zhang 등 2008).

제 2형 당뇨병(Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus, NIDDM)은 전체 당뇨환자의 90% 이상을 차지하면서 연령 및 비만 정

* Corresponding author: Young-In Kwon, Dept. of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 305-811, Korea. Tel: +82-42-629-8795; Fax: +82-42-629-8789, E-mail: youngk@hnu.kr

도가 증가함에 따라 발병률이 높아지고 있다. 제2형 당뇨병은 과도한 식품 섭취 및 운동 부족으로 인한 비만에서 비롯된 생활습관성 질환(life-style disease)으로 정의되고 있다. Kim 등(2005)은 현재 당뇨병 치료에는 설폰요소제, 비구아니드계 약물, 알파-글루코시데이즈 억제제, 티아졸리딘다이온계 등의 경구혈당강화제와 인슐린 요법, 채식이식 등을 사용하고 있는데, 당뇨병에 적용하고 있는 약물의 경우 장기 투여 시에 부작용이 발생할 수 있으며, 효능에도 한계가 있는 것으로 알려져 있다(Marles 등 1995; Yeh 등 2003; Cheng 등 2005). 이에 부작용이 없고 당뇨병에 유의적 효과가 있는 천연물 소재를 대상으로 새로운 생물 소재에 관한 많은 연구가 집중되고 있다.

버섯은 분류학상 진균류에 속하는 담자균과 자낭균 중 자실체를 형성하는 고등균류로서, 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양소를 골고루 함유하고 있다(Hong 등 1988; Lim 등 1997). 뿐만 아니라 독특한 맛과 향을 지니고 있어 식용 및 약용으로 이용되고 있으며, 무공해 식품으로도 각광을 받고 있다. 특별히 상황버섯은 소나무 비늘버섯과 진흙버섯속(*Phellinus*)에 속하며, 주로 뽕나무와 활엽수의 줄기에 자생하는 것으로 일반 명칭은 목질 진흙버섯(*Phellinus linteus*)이라고 하는데, 초기에는 노란 진흙덩이가 뭉친 것 같은 형태로 자라난다(Choi 등 1996). 상황버섯에서 추출된 다당체들은 주로 macrophage나 보체 시스템 등의 면역 체계를 활성화시켜 항종양 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다(Tamura 등 1973). 이러한 항암활성에 대한 연구는 다양한 연구를 통해 보고된 바 있다(Rhee 등 2000; Kwon 등 2003). 또한 간 보호 활성화와 고지혈증에 대한 Jung 등(2001)의 보고 및 상황버섯의 항 돌연변이 효과, B림프구 활성화 증가, 체액성 및 세포성 면역 기능 증가에 관한 연구들이 수행되었다(Oh 등 1992; Kim 등 1996; Pyo 등 2001; Shon 등 2001). 그러나 항당뇨 및 혈당 상승 억제에 관한 연구는 상대적으로 빈약한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 상황버섯의 항산화, 항당뇨 효과를 규명하기 위해 상황버섯을 열수 추출하여 DPPH, ORAC 시험법을 통하여 항산화력을 측정하였고, α -glucosidase inhibition, maltase, sucrase, glucoamylase inhibition 시험과 *in vivo* 실험을 통하여 당질분해효소활성 저해효과 및 식후 혈당 강하 효능을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

상황버섯 시료는 국내산 상황버섯(*Phellinus linteus*)으로 (주)한국생약(대전광역시)에서 구입하였다. 시료를 분쇄한 gram 당 10 ml의 정제수를 넣고 혼합한 후, 121°C에서 15분

간 열을 가하였다. 열수추출 후 추출액의 온도를 실온으로 낮춘 후 원심분리기를 이용하여 4°C에서 30분간 10,000×g으로 원심분리하여 상등액을 여과하여 동결건조 후 사용하였다.

2. Rat Small Intestinal α -Glucosidase 저해활성 분석

한국식품의약품안전청에서 제시한 건강기능식품의 기능성 시험가이드에 제시된 방법을 변형하여 α -glucosidase(EC 3.2.1.20) 저해활성을 측정하였다. 효소는 rat 유래의 intestinal acetone powder(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo., USA)를 사용하였고, 기질은 p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside(pNPG)를 사용하였다. Rat intestinal acetone powder 100 mg을 3 ml의 0.9% NaCl solution에 첨가한 후 30초간 12회 ice water bath에서 sonication하고, 10,000×g, 4°C에서 30분간 원심분리하였다. 분리된 상등액을 바로 실험에 사용하였다. 100 μ l의 α -glucosidase solution에 50 μ l의 시료를 넣은 다음 37°C에서 10분간 정치시켰다. 50 μ l의 5 mM pNPG solution을 가한 다음 37°C에서 30분간 반응시키고, 405 nm에서 ELISA reader를 사용하여 흡광도를 측정하여 rat α -glucosidase 저해활성을 분석하였다.

3. Rat Small Intestinal Maltase, Sucrase, Glucoamylase 저해활성 분석

한국식품의약품안전청에서 제시한 건강기능식품의 기능성 시험가이드에 제시된 방법을 변형하여 maltase, sucrase, glucoamylase의 저해 활성을 분석하였다. 효소는 rat 유래의 intestinal acetone powder를 사용하였고, 기질은 maltose, sucrose, starch를 사용하였다. Rat intestinal acetone powder 100 mg을 3 ml의 0.9% NaCl 용액에 첨가한 후 30초간 12회 ice water bath에서 sonication하고, 10,000×g, 4°C에서 30분간 원심 분리하였다. 분리된 상등액을 실험에 사용하였다. 100 μ l의 rat α -glucosidase solution에 50 μ l의 시료를 넣은 다음 37°C에서 10분간 pre-incubation시켰다. 각각의 시험관에 50 μ l의 100 mM maltose, 50 μ l의 200 mM sucrose, 1% starch solution을 가한 다음 37°C에서 30분간 반응시킨 후, 각각의 반응액 50 μ l를 glucose oxidase/peroxidase reagent와 o-dianisidine reagent를 섞은 용액 1 ml를 함유한 시험관에 넣어 37°C에서 10분 동안 2차 반응시킨 후, 각각의 시험관에 12 N 황산을 1 ml 첨가하여 반응을 정지시키고, 540 nm에서 ELISA reader를 사용하여 흡광도를 측정하여 저해활성 분석하였다.

4. DPPH 라디칼 소거활성 측정

전자 공여능(electron donating ability, EDA) 측정은 Liangli 등(2002)의 방법에 준하여 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH)

에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 일정농도의 시료와 양성대조군으로 ascorbic acid(Sigma, USA), butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene(BHT)를 사용하여 96-well plate에 각각 160 μ l를 넣고 0.15 mM DPPH 40 μ l를 첨가하여 균일하게 혼합한 다음 실온의 암실에서 30분간 방치한 후, Multi-detection microplate로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 Well에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자 공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였다.

5. Oxygen Radical Absorbance Capacity(ORAC)

ORAC assay는 식품이나 음료의 Total antioxidant capacity를 양적으로 측정하여 항산화 활성을 평가하기 위한 도구로 널리 활용되는 방법으로 free radical에 의해 유도되는 손상으로부터 시료에 의한 보호 능력을 측정한다. ORAC법을 이용한 항산화 활성 측정은 peroxyl radical scavenging capacity (ORAC_{ROO·}) assay를 사용하였다. ORAC_{ROO·} assay에는 40 nM fluorescein과 5 mM 2,2'-azobis[2-amidinopropane] dihydrochloride (AAPH)을 사용하여 fluorescence plate reader(Tecan, Salzburg, Austria)로 excitation wavelength 485 nm, emission wavelength 535 nm에서 형광을 측정하였다. ORAC_{ROO·}의 결과는 vitamin E 수용성유도체인 Trolox(6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carbonyl acid) 1 μ M에 의해 보호된 curve area와 비교하여 배수로 나타냈다.

6. Rat Sugar Loading Test

동물 실험조건은 온도 22°C, 습도 50%를 유지하였고, 사육 공간(SPF zone)의 모든 공기는 HEPA필터를 통한 공기를 사용하였다. Rat의 식이(오리엔트바이오 Pico 5053)는 하루에 20~25 g으로 체중 증가에 따라 늘려서 제공하였고, 깔짚(오리엔트바이오 Corncob 1/4)은 이틀에 한 번씩 교체하여 주었다. 사육실의 점등 및 소등 시간은 12시간을 기준으로 실시하였다. 5주령의 SD rat을 5마리씩 1군으로 정하고, 총 40마리 8군으로 나누어 각 군에 sucrose 2 g/kg-body weight와 각 군별로 control (증류수), acarbose(5 mg/kg-body weight), SWE(0.1, 0.5 g/kg-body weight), 액상 상태로 경구투여를 하였다. 경구 투여량은 10 ml/kg-body weight로 하였다. 혈당 측정은 24시간 절식 후 측정하였다. 24시간 절식 시 수분의 공급은 자유롭게 하였다. 혈당 측정 0시간의 경우 경구투여 전 측정을 이행하였고, 30분, 1시간, 2시간으로 측정하였다. 측정 시 rat의 꼬리 끝을 멸균된 메스를 이용하여 절개 후 약 0.5 μ l의 혈액을 혈당 스트립에 흡수시켜 혈당측정기(Caresens II(주)아이센스)를 사용하여 측정하였다.

7. 통계처리

SAS(Statistical Analysis system)에 의한 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 $p < 0.05$ 에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 당류 분해효소 활성억제 실험

한국인 식단에 있어서 주된 탄수화물 성분인 전분의 경우, 주로 췌장에서 분비되는 α -amylase에 의해 이당류로 분해되고, 소장 용모막에 존재하는 α -glucosidase들에 의해 보다 작은 단당류로 분해된 후 당의 흡수가 이루어져, 식후 30분 이내에 혈당 상승이 나타나게 된다. 당뇨병 환자의 경우는 일반 인과는 다르게 식후 30분 이내에 과도한 혈당의 상승이 일어나게 되며, 반복적으로 이러한 현상이 발생하므로 혈중 고혈당 상태가 지속되어 체내 세포 중 고농도의 포도당에 의해 발생하는 활성산소(reactive oxygen species; ROS)들로 인해 glucotoxicity를 보이는 세포의 손상을 유발하게 되어 당뇨병 병증까지 나타나게 된다. 따라서 효율적인 당뇨병의 관리를 위해서는 α -glucosidase 저해활성과 동시에 활성산소를 제거할 수 있는 항산화활성을 갖는 소재가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 상황버섯 추출물(Sangwhang mushroom water extract, SWE)의 혈당 상승에 관여하는 α -glucosidases인 maltase, sucrase, glucoamylase에 대한 저해활성을 조사하였다. Fig. 1~4 결과에서 보듯이 SWE는 농도의존적으로 α -glucosidase, maltase, sucrase, glucoamylase를 저해하는 것을 알 수 있었다. Table 1과 같이 SWE의 경우 섭취빈도가 가장 높은 탄수화물 가수분해물인 maltose와 dextrin을 분해 흡수하는 maltase와 glucoamylase, 음료 및 가공식품에 주로 첨가되는 sucrose를 분해하는 sucrase에 대한 각각의 50% inhibition concentration (IC₅₀) 값이 1.63 mg, 1.37 mg, 1.72 mg인 것을 알 수 있었다. 이는 Shinde 등(2008)이 식후 혈당강하약물인 Acarbose®의 경우 α -glucosidase에 대한 IC₅₀이 233 μ g/ml라고 보고한 것과 비교하면 SWE가 낮은 활성을 가지고 있는 것으로 보이거나 Acarbose®가 상업적으로 판매되는 약물인 것을 감안한다면 그리 낮은 활성은 아닌 것으로 사료된다. 또한 Yin 등(2009)이 약재인 6년근 황기의 경우 α -glucosidase 저해 활성이 1.0 mg 농도에서 49.7%라고 보고한 것과 비교하면 SWE는 6년근 황기추출

Table 1. Comparison of inhibitory activities(IC₅₀: mg/ml) of SWE against rat intestinal α -glucosidase, maltase, sucrase, and glucoamylase *in vitro*

	α -glucosidase	Maltase	Sucrase	Glucoamylase
SWE	2.87	1.63	1.37	1.72

Fig. 1. Dose dependent changes in rat intestinal α -glucosidase inhibitory activity(% inhibition) of SWE(mg/ml). The results represent the mean $\pm$ S.D. of values obtained from four measurements. Different corresponding letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's test.

Fig. 3. Dose dependent changes in rat intestinal sucrase inhibitory activity(% inhibition) of SWE(mg/ml). The results represent the mean $\pm$ S.D. of values obtained from three measurements. Different corresponding letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's test.

Fig. 2. Dose dependent changes in rat intestinal maltase inhibitory activity(% inhibition) of SWE(mg/ml). The results represent the mean $\pm$ S.D. of values obtained from four measurements. Different corresponding letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's test.

Fig. 4. Dose dependent changes in rat intestinal gluco-amylase inhibitory activity(% inhibition) of SWE(mg/ml). The results represent the mean $\pm$ S.D. of values obtained from four measurements. Different corresponding letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's test.

물과 활성이 유사한 것을 알 수 있었다.

2. DPPH 라디칼 소거활성

전자 공여능(electron donating ability, EDA)을 측정하는 DPPH 실험 결과, Fig. 5에서와 같이 SWE의 농도 의존적으로 DPPH radical 소거활성이 증가되는 것을 확인할 수 있었고, 5 μ g/ml의 농도에서 Trolox 대비 20.2 $\pm$ 1.5배의 높은 라디칼 소거 활성을 나타냈다. Cho 등(2010)이 오미자 추출물을 이용한 DPPH radical 소거능은 1.0 mg/ml 농도에서 25.5%라고 보고한 것과 비교하면 SWE는 오미자 추출물보다 항산화활성이 높은 것을 알 수 있었다.

3. Oxygen Radical Absorbance Capacity(ORAC)

활성산소(reactive oxygen species: ROS)들로 인한 특정 세포의 손상은 각종 당뇨 합병증을 유발한다. 따라서 효율적인 당뇨병 관리를 위해서는 활성산소를 제거할 수 있는 항산화 활성 물질의 섭취가 중요하다. 따라서 본 연구에서는 SWE의 항산화활성(peroxyl radical 소거능)을 측정하였다. 그 결과, Fig. 6에서와 같이 SWE의 1, 5 그리고 10 μ g/ml 농도에서 농도 의존적으로 peroxyl radical 소거 활성이 증가되는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과로 SWE는 탄수화물의 분해에 관여하는 소장내 각종 α -glucosidases를 적절히 저해하여 혈당 상승을 억제할 수 있으며, 동시에 라디칼 소거활성이 우수하여 장기복

Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of SWE(µg/mL). The results represent the mean±S.D. of values obtained from three measurements. Different corresponding letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's test.

Fig. 6. Dose dependent changes in peroxyl radical scavenging activity(Trolox equivalent, µg/mL) of SWE. ^{a~c} Values are the means±S.D. of peroxyl radical scavenging activity of three replicated samples. Different corresponding letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's test.

용 시 산화적 스트레스로 인해 발생하는 활성산소에 의한 당뇨합병증의 조절에 도움이 될 것으로 기대된다. 이러한 *in vitro*에서의 당질분해효소저해 활성 및 항산화 활성을 검증하기 위하여 다음과 같이 동물실험을 수행하였다.

4. Rat Sucrose Loading Test

소장내의 상피세포에는 starch, sucrose 등을 소화시킬 수 있는 효소인 α -glucosidase가 존재한다. 이 효소는 음식물, 특히 이당류를 섭취할 경우 소장 내에서 단당류 형태로 분리 및 흡수하여 식후 급격한 혈당 상승을 유발한다. 소장 내에서의 탄수화물의 소화, 흡수는 보통 소장 상부에서 신속히 이루어지게 되는데, 이는 식후 급격한 혈당 상승을 나타내게 하는

Fig. 7. Effect of SWE on sucrose loading test. After fasting for 24 hours, 6-week-old, male SD rats were orally administered with sucrose solution(2.0 g/kg-body weight) with or without samples(water extract of Sangwhang mushroom: SWE, positive control: Acarbose). Each point represents mean±S.D.(n=5). * $p<0.05$, ** $p<0.01$, and *** $p<0.001$ compared to different samples at the same concentration by unpaired Student's *t*-test.

원인이기도 하다. 당뇨병 환자, 특히 insulin resistance가 과다하게 나타나는 NIDDM 환자들에 있어서 식후의 급격한 혈당 상승은 망막증, 신경손상, 신장질환 등 합병증의 원인이 될 수 있어, 식후 급격히 상승하는 혈당을 억제하거나 천천히 흡수를 시키는 것이 당뇨병 치료를 위하여 매우 중요하다. 따라서 *in vitro* 활성 평가를 통해 α -glucosidase 억제활성을 확인한 상황 추출물의 동물모델에서의 활성 여부를 평가하기 위해 Sprague-Dawley(SD) rat을 이용하여 SWE와 양성대조 약물인 Acarbose®의 식후 혈당 감소 효과를 측정하였고, 이러한 결과는 Fig. 7과 같았다. SWE를 sucrose와 혼합하여 경구 투여 후 0.5~2 hrs 동안 혈당을 측정한 결과, 식후 30 분에 대조군(170.0±5.3) 대비 0.1 g/kg-body weight(159.8±12.2), 0.5 g/kg-body weight(150.5±5.1 mg/dL)에서 농도의존적으로 식후 혈당 상승을 억제하는 것으로 나타났다. 따라서 SWE의 경우, 당뇨병에 가장 문제가 되는 식후 혈당의 급격한 상승을 막아 당뇨병 합병증 및 부작용을 효과적으로 완화할 수 있을 것으로 기대된다.

요약 및 결론

현대인은 급속한 사회의 성장으로 인하여 과거의 식생활 습관보다는 서구화된 식생활로 변화하였고, 또한 물질적 풍요로움으로 인해 과잉 에너지로 현재 비만, 당뇨병 등 생활 습관성 질병이 급증하고 있는 추세이다. 이런 체내에서 과잉

에너지는 대사가 진행되면서 산화되어 라디칼의 형태로 변하게 되고, 이런 산화된 라디칼은 체내에서 산화적 스트레스를 유발한다. 이런 과잉 에너지에 의한 산화적 스트레스는 당뇨병의 환자에서 흔히 발생된다. 이런 당뇨병 환자들은 지속적인 고혈당으로 인한 산화적 스트레스로 인해 말초신경에 손상을 입어 배내장 및 족부궤양 등 많은 당뇨합병증에 노출되어 있다. 따라서 당뇨병의 효과적인 완화를 위해서는 Glucose index(GI)가 낮은 음식도 중요하지만, 항산화효과를 가지는 음식 또한 중요하다. 이러한 당뇨병의 질병적 특성으로 볼 때 항산화활성과 식후 혈당 상승 억제활성을 동시에 갖는 SWE의 경우 당뇨병 질병 완화에 적합한 소재로 사료된다. 탄수화물을 주식으로 하는 우리나라 생활의 패턴으로 보았을 때 SWE의 경우 맥아당을 분해하는 maltase, 자당을 분해하는 sucrase에 대한 저해활성이 농도 의존적으로 저해하여 식후에 분해된 이탄당에 의한 혈당 상승을 억제할 것으로 보여진다. 특히 이탄당 중 sucrose에 대한 *in vivo* 실험을 수행한 결과, 0.5 g/kg-body weight 농도에서 식후 30분에 효과적으로 혈당 상승을 억제하였다. 이탄당 외에 polysaccharide에 대한 혈당 상승 억제효능을 알아보기 위하여 glucoamylase 저해활성을 측정 결과, 5 mg/ml 의 농도에서 96±0.8%의 높은 저해활성을 나타내어 polysaccharide에 대한 혈당 상승 억제 효과도 있을 것으로 기대된다. 이러한 혈당 상승 억제 활성은 양성대조군인 약물과 비교하였을 때는 다소 낮은 활성을 지닌 것으로 보이나, 상황버섯은 다양한 당류를 자실체 및 균사체에 함유하고 있어서 상황버섯을 열수추출하는 과정에서 버섯 내의 각종 당류가 함께 추출되어 당질분해효소활성을 억제하는 활성물질과 함께 함유되어 혈당 상승 억제를 다소 경감시킨 것을 감안한다면 향후 활성물질의 분리정제를 통한 순도를 개선함으로써 활성을 증강시킬 수 있을 것으로 사료된다.

또한 상황버섯에 대한 항산화 효능을 알아보기 위해 DPPH 라디칼 소거능, peroxy radical 소거능을 측정한 결과, 농도의존적으로 라디칼이 소거됨을 알 수 있었다. 이상의 결과로 SWE는 당뇨병의 고혈당으로 인한 산화적 스트레스에 의해 유발되는 당뇨합병증에 대한 경감효과를 줄 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 향후 상황버섯 추출물에 대한 분리정제를 통한 고순도 활성물질의 확보, 약동력학적 연구 및 임상시험을 통하여 당뇨병의 치료 및 당뇨합병증 완화에 도움이 될 소재의 개발가능성이 높을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 한남대학교 학술연구 조성비 지원에 의하여 수행한 연구결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Brownlee M. 2005. The pathobiology of diabetic complications. *Diabetes* 54:1615-1625
- Cheng A, Fantus I. 2005. Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes mellitus. *Can Med Assoc J* 172:213-226
- Cho HE, Choi YJ, Cho EK. 2010. Antioxidant and nitrite scavenging activity and α -glucosidase inhibitory effect of water extract from *Schizandra chinensis* Baillon. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:481-486
- Choi JH, Ha TH, Rho YD. 1996. Studies on the main factors affecting the mycelial growth of *Phellinus linteus*. *Korean J Mycol* 24:214-222
- Hong JS, Kim, YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB. 1988. Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20:100-106
- Jung ME, Ham SS, Nam SM, Kang IJ, Kim SJ, Chung CK. 2001. Biochemical and histological effects of *Phellinus linteus* methanol extract on liver lipid metabolism of rats fed CCl₄ and high fat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:331-337
- Kim HM, Han SB, Oh GT, Kim YH, Hong DH, Hong ND, Yoo ID. 1996. Stimulation of humoral and cell mediated immunity by polysaccharides from mushroom *Phellinus linteus*. *Int J Immunopharmacol* 18:295-303
- Kim UJ, Min HK. 2005. Diabetes mellitus. Korea Diabetes Association. Korea Medical Books. Seoul, Korea. pp.165-197
- Kwon SH, Kim CN, Kim CY, Kwon ST, Park KM, Hwangbo S. 2003. Antitumor activities of protein-bound polysaccharide extracted from mycelia of mushroom. *Korean J Food & Nutr* 16:15-21
- Lim SS, Lee JH. 1997. Effect of *Artemisia princeps* var. *orientalis* and *Cirsium japonica* var. *ussuriense* on serum lipid of hyperlipidemic rat. *Korean J Nutr* 30:12-21
- Liangli Y, Scott A, Jonathan P, Mary H, John W, Ming Q. 2002. Antioxidant properties of hard winter wheat extracts. *J Agric Food Chem* 60: 1619-1624
- Marles R, Farnsworth N. 1995. Antidiabetic plants and their active constituents. *Phytomedicine* 2:137-165
- Oh GT, Han SB, Kim HM, Han MW, Yoo ID. 1992. Immunostimulating activity of *Phellinus linteus* extracts to B-lymphocyte. *Arch Pharm Res* 15:379-381
- Prior RL, Wu X, Schaich K. 2005. A standardized method for the determination of antioxidant and phenolic in food and dietary

- supplements. *J Agric Food Chem* 53:4290-4302
- Pyo MY, Hyun SM, Yang KS. 2001. Effect of *Phellinus lineus* extracts on the humoral immune response in normal and cyclophosphamide-treated mice. *J Appl Pharmacol* 9:194-200
- Rhee YK, Han MH, Park SY, Kim DH. 2000. *In vitro* and *in vivo* antitumor activity of the fruit body of *Phellinus linteus*. *Korean J Food Sci Technol* 32:477-480
- Shinde J, Taldone T, Barletta M, Kunaparaju N, Hu B, Kumar S, Placido J, William ZS. 2008. α -Glucosidase inhibitory activity of *Syzygium cumini*(Linn). Skeels seed kernel *in vitro* and in Goto-Kakizaki(GK) rats. *Carbohydrate Res* 343: 1278-1281
- Shon TH, Nam KS. 2001. Antimutagenicity and induction of anticarcinogenic phase II enzyme by *Basidiomycetes*. *J Ethnopharmacol* 77:103-109
- Tamura Y, Niinobe M, Arima T, Okuda H, Fujin S. 1973. Studies on aminopeptidases in rat liver and plasma. *Biochim Biophys Acta* 327:437-445
- Yeh Gy, Eisengerg DM, Kaptchucj Tj, Pjillips RS. 2003. Systematic review of herbs and dietary supplements for glycmemic control in diabetes. *Diabetes Care* 26:1277-1294
- Yin Y, Heo SI, Jung MJ, Wang MH. 2009. Antioxidant and antidiabetic effects of various sections of *Astragalus membranaceus*. *Korean J Pharmacogn* 40:1-5
- Zhang W, Xu YC, Guo FJ, Meng Y, Li ML. 2008. Antidiabetic effects of cinnamaldehyde and berberine and their impacts on retinol-binding protein 4 expression in rats with type 2 diabetes mellitus. *Chin Med J (Engl)* 121:2124-2128

접 수 : 2012년 4월 5일
 최종수정 : 2012년 4월 30일
 채 택 : 2012년 5월 1일