KOREAN J. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 29, No. 6 December, 2013

ISSN 2287-1780(Print)
ISSN 2287-1772(Online)
http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2013.29.6.699

# 블랙푸드로 만든 청국장분말 식이가 Streptozotocin으로 유도된 당뇨 쥐의 간 기능과 지질 조성에 미치는 영향

박현숙[1] · 양경미[2†]

[1]대구공업대학교 호텔외식조리계열, [2]대구한의대학교 한방식품조리영양학부

# Effects of *Cheonggukjang* Powder Made with Black Foods on Liver Function and Lipid Composition in Streptozotocin-induced Diabetic Rats

Hyeon-Sook Park[1] · Kyung-Mi Yang[2†]

[1]*Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea*

[2]*Faculty of Herbal Food Cooking and Nutrition, Daegu Hanny University, Gyeongsan 712-715, Korea*

## Abstract

This study was conducted to examine the effects of *Cheonggukjang* powder made using black foods on liver function and lipid composition in streptozotocin(STZ)-induced diabetic rats. The experimental animals were divided into 5 groups and fed the following for 7 weeks; normal diet(control), STZ+normal diet(Diabetic), STZ+50% soybean *Cheonggukjang* supplementation(DSC), STZ+44.5% *yakkong Cheonggukjang* supplementation(DYC), and STZ+supplementation with 50% yakkong black food(black rice, black sesame seeds, and sea tangle) *Cheonggukjang*(DYCB). The results showed that the body weight gain and food efficiency ratio of the STZ-induced diabetic groups were significantly lower than those of the control group. In the Diabetic group, glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) and glutamic pyruvic transaminase(GPT) activities and total bilirubin content in serum were significantly greater than those in the control group. However, supplementation with *Cheonggukjang* reduced these values. In the Diabetic group, the triglyceride, total cholesterol, and low-density lipoprotein(LDL)-cholesterol contents in the serum and liver tissue, as well as the atherogenic index(AI) and cardiac risk factors(CRF) were significantly higher than the corresponding values in the control group, although the high-density lipoprotein(HDL)-cholesterol and phospholipid contents were significantly lower than those in the control group. However, supplementation with *Cheonggukjang* normalized the changed lipid composition in the STZ-induced diabetic rats. Further, *yakkong Cheonggukjang* and black food contaning *yakkong Cheonggukjang* normalized AI and CRF.

Key words: *cheonggukjang*, black foods, diabetes, liver function, lipid composition

## I. 서 론

인슐린(insulin)의 절대적 혹은 상대적 부족으로 혈액 내 정상적인 포도당 조절 장애로 일어나는 당뇨병은 제 1형과 제 2형으로 분류되며, 이 중 제 2형 당뇨병은 전체 당뇨병 환자의 95% 이상을 차지하고 있다(Kim MK 등 2011). 제 1형과 비만과 관련성이 높은 제 2형 당뇨 유병률은 세계적으로 2000년에는 전체 인구의 2.8%이였으며, 2030년에는 4.4%으로

†Corresponding author: Kyung-Mi Yang, Faculty of Herbal Food Cooking and Nutrition, Daegu Hanny University, Gyeongsan 712-715, Korea.
Tel: +82-53-819-1490
Fax: +82-53-819-1494
E-mail: jiboosin@dhu.ac.k

추산하고 있다(Wild S 등 2004). 우리나라의 당뇨 유병률은 현재 우리나라 20세 이상 성인인구의 10.0% 이며, 2030년에는 총 인구의 14.3%가 될 것으로 전망하고 있다(Korean National Statistical Office 2008, Ministry of health and welfare 2006).

제 2형 당뇨병의 원인은 고열량, 고지방, 고단백, 고당질과 같은 무분별한 서구화 된 식생활, 운동량과 활동량 감소, 스트레스 등 환경적 인자가 주요인으로 보고되고 있다(Wild S 2004). 당뇨병이 발병 된 후 인슐린 분비나 장기간의 혈당조절 장애로 콜레스테롤이나 중성지방의 증가로 고지혈증, 고혈압, 동맥경화증, 실명, 괴사, 말기신부전, 감염질환 및 심뇌혈관계 질환과 같은 합병증을 유발한다(Deng S 등 2004, Goldberg RB 1981, Kennedy L과 Baynes JW 1984, Reaven GM 1987). 특히 당뇨환자는 지질대사 이상으로 인한 관상동맥 질환과 같은 심혈관계 질환의 유병률이 정상인에 비해 약 2-3배 이상 높으며, 이로 인한 당뇨환자의 사망률이 75% 이상을 차지하고 있다(Goldberg RB 1981).

꾸준한 정상혈당 조절을 통한 당뇨 합병증을 예방하기 위해서는 약물요법, 운동요법, 식사요법을 통한 체내 지질농도 조절이 중요하다. 약물요법으로 sulfonylurease는 췌장에서 인슐린의 분비를 자극하고 metformin이나 glitazones은 인슐린의 저항성 개선이나 α-glucosidase 억제를 통한 당의 흡수를 낮추어 혈당조절 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 그러나 약물의 장기간 복용은 저혈당, 체중증가, 간 독성이나 혈중 젖산의 농도를 높이는 등 여러 가지 부작용을 일으키므로 당뇨관리의 주요법이나 보조요법으로 운동과 식이요법을 통한 혈당조절 및 합병증 예방관리의 중요성이 강조되고 있다(Jeong MY 2001, Park SH와 Kim GY 2010).

당뇨 식이요법으로는 열량 섭취량과 탄수화물의 양적 · 질적인 면이 특히 강조되어 왔으나 최근에는 당뇨에 대한 천연식물과 기능성 식품의 다양한 효능에 대한 결과들이 보고되고 있다(Kim JO와 Lee GD 2011, Lee HJ 1999). 음양오행설 이론에 근거를 둔 오방색의 컬러푸드(청, 적, 황, 백, 흑)는 기능성 식품으로서 대부분 과일, 채소, 팥 그리고 흑미와 같은 일부 곡류 등 식물성 식품에 포함되어 있다(Lee JJ 2011). 컬러푸드의 주성분은 항산화제로 작용하는 생리활성 물질인 파이토케미컬(phytochemical)로 알려져 있다. 컬러푸드 중 노란색의 대두는 에스트로겐과 유사한 구조를 가진 isoflavone을 함유하고 있어서 인슐린 저항성과 분비 조절을 통한 혈당 조절과 LDL(low density lipoprotein)-콜레스테롤, 총 콜레스테롤, 그리고 중성지질을 감소시키는 등의 작용기전을 통하여 제 2형 당뇨병 예방과 치료에 유용한 것으로 알려져 있다(Bhathena SJ와 Velaquez MT 2002, Lee JJ 등 2012). 검은색 식품으로 약콩(쥐눈이콩, *Rhynchosia Molubilis*)은 anthocyanin 함량이 풍부하여 예로부터 치매, 혈당조절 및 신장 기능을 향상시키는 기능이 보고되었다(Bae EA와 Moom GS 1997, Oh JG 2003). 이외에도 섬유질의 함유량이 높은 다시마나 미역, 그리고 불포화지방산과 anthocyanin의 함량이 높은 흑임자나 흑미는 혈당, 혈중 지질성분 및 혈압조절이나 노폐물 배설에 작용하는 것으로 알려져 있다(Lee KS 등 1998, Park JL 등 2007).

또한 한국의 대표적인 콩 발효식품으로 된장과 청국장은 isoflavin과 필수아미노산, 비타민 A, 비타민 $B_1$, 비타민 $B_2$, 나이아신, 판토텐산 등 영양과 각종 효소 성분이 풍부 할 뿐만 아니라 정장효과, 변비예방 효과, 발암물질과 콜레스테롤의 체외 배출 효과, 혈액순환 촉진효과, 뇌세포 노화 예방 효과, 치매 및 고혈압과 동맥경화 예방 효과 등이 보고되고 있다(Goldberg RB 1981, Jung KO 등 2006, Kwon DY 등 2006, Kwon DY 등 2010, Oh JG 2003). 청국장과 된장은 지방세포 인슐린 작용을 높여서 조직 내 포도당 흡수를 높이거나 α-amylase의 활성을 저해시켜 식후 고혈당을 감소시켜 제 2형 당뇨병을 예방하거나 진행속도를 늦추는 것으로 알려져 있다(Bhathena SJ와 Velaquez MT 2002, Kwon DY 등 2006).

따라서 본 연구에서는 대두청국장, 약콩청국장 및 흑미, 흑임자, 다시마와 같은 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장 분말 식이가 streptozotocin (STZ)으로 유도된 당뇨 쥐의 지질대사와 간 기능에 미치는 영향을 비교하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 대두청국장 분말, 약콩 청국장 분말 및 다시마, 흑미, 검은깨와 같은 블랙푸드 분말을 첨가한 약콩청국장 분말은 전라북도 남원시에 소재 해 있는 (주)지리산 두류실에서 판매되고 있는 제품을 이용하였다. ㈜ 지리산 두류실에서 청국장분말 제조는 대두 및 약콩을 40시간 동안 물에 불려 물기를 제거 한 다음 100℃에서 6시간 동안 중형전기 중탕기에서 쪄서(146L, Koryeo Industry, Korea) 황토방 바닥에 물기를 준 짚을 깔고 소쿠리에 담아서 놓고 그 위에 짚을 편 후 각목을 얹어 44±1.0℃에서 70~75시간 발효시켰다. 그런 다음 42±1.0℃로 유지되는 다목적 전기건조기(UDS-4522F, Unique Daesung Co., Ltd, Korea) 에 넣어 48시간 건조 한 후 80 mesh 크기의 분쇄기로 분쇄하여 분말상태로 만들었다. 대두청국장 분말은 100% 대두로, 약콩청국장 분말은 100% 약콩으로 제조하였다. 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 분말은 약콩청국장 분말 80%에 제품의 고소한 맛을 주기 위하여 볶은 약콩분말 6%, 흑미 분말 6%, 흑임자 분말 6%, 그리고 다시마 분말 2%를 혼합하여 제조하였다. 대두, 약콩, 흑임자, 흑미, 다시마는 모두 국내산으로 사용하였다.

### 2. 실험동물 사육 및 식이조성

본 연구의 실험동물은 200~250 g 정도의 생후 8주령이 된 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐를 (주)효창 사이언스(Daegu, Korea)에서 분양 받아 2주 동안 일반배합 고형사료로 환경에 적응시킨 다음 체중에 따라 각 처리 구당 8마리씩 5군으로 난괴법으로 배치하여 사육하였다. 실험동물 사육실 환경온도는 22±1℃, 상대습도는 65±5%, 명암은 12시간 주기(09:00-21:00)로 조절하였다. 물과 식이는 전 실험기간 동안

Table 1. Classification of experimental design

| Group[1)] | Normal diet | SCP[2)] | YCP[3)] | YCBP[4)] | STZ[5)] |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | + | - | - | - | - |
| Diabetic | + | - | - | - | + |
| DSC | - | + | - | - | + |
| DYC | - | - | + | - | + |
| DYCB | - | - | - | + | + |

[1)]The experimental diet group are as follows; Control: Normal diet, Diabetic: Supplementation of normal diet in STZ-induced diabetic rat, DSC: Supplementation of 50.0% soybean *Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYC: Supplementation of 44.5% *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYCB: Supplementation of 50% black foods added *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat
[2)]Soybean *Cheonggukjang* powder
[3)]*Yakkong Cheonggukjang* powder
[4)]black foods added *Yakkong Cheonggukjang* powder
[5)]STZ: streptozotocin

Table 2. Composition of experimental diets(%)

| Ingredient | Control | Diabetic | DSC | DYC | DYCB |
|---|---|---|---|---|---|
| Casein | 20.0 | 20.0 | - | - | - |
| Corn starch | 51.5 | 51.5 | 34.4 | 39.9 | 34.4 |
| Sucrose | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| α-Cellulose | 5.0 | 5.0 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Soybean oil | 8.5 | 8.5 | - | - | - |
| Mineral mixture (AIN-93G-MX) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| Vitamin mixture (AIN-93-VX) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| DL-methionine | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Choline bitartrate | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| SCP[2)] | - | - | 50.0 | - | - |
| YCP[3)] | - | - | - | 44.5 | - |
| YCBP[4)] | - | - | - | - | 50.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

[1)]See the group legend of Table 1
[2)]Soybean *Cheonggukjang* powder
[3)]*Yakkong Cheonggukjang* powder
[4)]Black foods added *Yakkong Cheonggukjang*

ad libitum으로 급여하였다.

본 실험에 사용한 실험 식이는 AIN-93 조성(Reeves PG 등 1993)에 근거하여 정제된 원료로 배합하였다. 식이재료 및 제조된 식이보관은 산패방지를 위하여 4℃에서 냉장 보관 하면서 사용하였다. 실험설계는 Table 1과 같으며, 각각 실험군에 대한 구체적인 식이구성은 Table 2와 같이 정상식이군(Control), 당뇨 정상식이군(Diabetic), 당뇨 대두청국장 식이군(diabetic SCP), 당뇨 약콩청국장 식이군(diabetic YCP), 그리고 당뇨 블랙푸드 첨가 약콩청국장 식이군(diabetic YCBP)로 나누어 7주간 실험식이를 공급하였다. 성장상태는 매주 1회 12시간 동안 식이공급을 중단시킨 다음 체중을 측정하였고, 성장효율은 실험기간 중 체중증가량을 식이섭취량으로 나누어 계산하였다.

실험동물의 당뇨 유도는 β-cell의 선택적인 파괴로 인슐린 분비저하와 혈당상승을 유발시키는 것으로 알려진 STZ를 0.1 M citrate buffer(pH 4.5) 용액에 용해시킨 후 체중 당 50 mg/kg body weight로 복강 내 주사로 이루어졌다. 당뇨 유발 확인은 STZ 주사한지 72시간 후 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당량이 300 mg/dL 이상이면 당뇨병이 유발된 것으로 간주하였다. 정상군인 Control 군은 STZ를 대신에 0.9% NaCl 용액을 복강 내에 주사하였다.

## 3. 채혈 및 장기 적출

실험동물은 희생하기 전 12시간 공복시켰으며 $CO_2$ gas로 가볍게 마취시킨 후 개복하여 복부대동맥에서 주사기를 통하여 전혈을 취하였다. 간 조직은 1.15% KCl 완충액에 perfusion 시켜 혈액을 제거한 후 여과지로 습기를 제거하였다. 채혈한 혈액은 2,000×g에서 10분 동안 원심분리 한 다음 얻은 혈청과 적출한 간 조직은 분석 할 때까지 -70℃에서 보관하였다.

## 4. 간 기능지표 검사

간 손상지표로 혈청 중 GOT(glutamic oxaloacetate transaminase)와 GPT(glutamic pyruvate transaminase) 활성도는 Reitman과 Frankel의 방법(Reitman S와 Frankel S 1957)에 의한 GOT와 GPT 활성 측정용 kit(Asan Pharma. Korea)를 이용하여 측정하였으며, 활성은 Karmen unit로 나타내었다. 혈청 중의 빌리루빈 함량은 응용한 빌리루빈 측정용 kit(Asan Pharma. Korea)를 이용하여 측정하였다.

## 5. 지질과 단백질 성분 분석

혈청 내 중성지질 함량은 glycerol-3-phosphate oxidase-PAP 효소법을 이용하여 제조된 중성지질 측정용 kit(Asan Pharma., Seoul, Korea), 총 콜레스테롤 함량은 콜레스테롤 가수분해 효소로 콜레스테롤과 지방산으로 분해하여 측정하는 효소법으로 총 콜레스테롤 측정용 kit(Asan Pharma., Seoul, Korea), 그리고 HDL-콜레스테롤 함량은 phosphotungistic-Mg 효소법으로 LDL-콜레스테롤을 침전시킨 후 상층의 HDL-콜레스테롤을 정량하여 측정하는 kit(Asan Pharma., Seoul, Korea)로 분석하였다. 그리고 LDL-콜레스테롤 함량은 Friedewald WT 등(1972)법에 의거하여 LDL-콜레스테롤 = 총 콜레스테롤-HDL콜레스테롤-(중성지방/5) 식으로 계산하였다. 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund O 등(1991)의 방법에 따라서 AI = (총콜레스테롤－HDL-콜L레스테롤)/HDL-콜레스테롤로 계산하였다. 또한 심혈관 위험지수(cardiac risk factor: CHR)는 Bang MA 등(2002)의 방법에 따라 CHR=총콜레스테롤/HDL-콜레스테롤로 구하였다.

간 조직 내 총 지질 함량은 Folch J 등(1957)의 방법에 의거하여 chloroform : methanol(2:1, v/v)을 이용하여 총 지질 추출물을 농축시켜서 총 지질 함량을 구하였다. 농축된 지질

성분 중 일부를 취해서 isopropanol 용액과 잘 섞은 혼합시료액을 시료로 사용하여 중성지질 함량을 정량(Mendez J 등 1975)하였으며, 이때 표준용액으로는 triolein을 사용하였다. 총 콜레스테롤 함량은 Zlatiks A와 Zak B(1969)의 방법으로 측정하였으며, 간 조직 내 인지질 함량은 총 지질 성분 중 일부 취해서 glacial acetic acid와 잘 섞은 혼합액을 시료로 사용하여 Eng LF와 Noble EP(1968)의 방법으로 분석하였다. 이때 표준시약은 $KH_2PO_4$를 사용하였다. 혈청 내 총 단백과 알부민 함량은 색소결합법을 이용한 kit(Embiel, Seoul, Korea)로 측정하였으며, 글로불린 함량은 총 단백 함량에서 알부민 함량을 제한 값으로 산출하였다.

### 6. 통계처리

실험을 통하여 얻어진 자료는 SPSS 통계 package(version 14.0)를 이용하여 분석하였으며 그 결과는 평균±표준편차(standard deviation)로 표시하였다. 실험결과는 일원배치 분산분석(one way analysis of variance)을 한 후 Duncan's multiple-range test에 의해 $p<0.05$ 수준에서 각 실험군의 평균치의 통계적 유의성을 검정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 체중변화 및 식이효율 변화

실험동물의 최종과 최후 체중, 일일 체중증가량 그리고 식이효율은 Table 3과 같다. Control 군의 최후 체중은 498.0±20.4 g, 일일 체중증가량은 5.50±0.30 g, 그리고 사료효율은 0.23±0.01에 비해 당뇨유도군인 Diabetic, DSC, DYC 그리고 DYCB 군의 최후 체중, 일일 체중증가량 및 사료효율은 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 모두 낮았다. 그러나 당뇨유도군 간의 최후 체중, 일일 체중증가량 그리고 식이효율은 유의적인 차이가 없었다.

Streptozotocin에 의한 당뇨 유도로 인한 체중이나 사료효율 저하 현상은 췌장 내 $\beta$-세포 파괴로 인슐린 생성과 그 작용이 저하로 세포 내의 포도당 대사장애가 유발된다. 이로 인하여 에너지 생성부족으로 간이나 근육, 지방조직의 체지방과 단백질이 에너지원으로 이용되면서 나타난 결과로 설명되고 있다(Rakieten N 등 1963). 따라서 본 연구의 결과도 이러한 원인으로 인하여 당뇨유도군 모두가 정상군에 비해 체중이 감소한 것으로 추측되며, 당뇨유도로 인하여 감소된 체중증가와 사료효율에 대해서는 대두청국장, 약콩청국장 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 아무런 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

### 2. 간 기능지표 변화

혈청 내 간 기능 지표인 GOT와 GPT 활성도는 Table 4와 같다. GOT 활성도는 Control 군 75.9±8.28 karmen/mL에 비해서 당뇨군인 Diabetic 군은 100.4±8.84 karmen/mL로 $p<0.05$ 수준에서 높은 활성을 보였다. 그러나 당뇨로 증가된 활성은 청국장 공급으로 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 낮출수 있었다. GPT 활성은 Control 군의 26.9±5.70 karmen/ mL에 비해 당뇨군인 Diabetic 군은 43.6±7.46 karmen/mL로 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 높았다. 이때 청국장을 공급시킨 DSC, DYC 군, 그리고 DYCB 군 모두 Control 군과 비슷한 활성을 보였다.

간 손상 지표로 이용되고 있는 GOT와 GPT 활성은 지방간이나 생체에서 처리할 수 있는 능력 이상의 약물이나 알코올 등 간 유해물질이 유입되어 간 세포가 손상이 될 때 높아지게 된다(Lim SS 등 1997). Park SH과 Kim GY(2010)은 STZ로 유도된 당뇨 쥐의 혈청 중 GOT와 GPT 활성은 정상 쥐에 비해 유의적으로 높았고, 이때 상엽, 지황, 산약, 구기자 및 황기로 이루어진 한약복합추출물을 매일 체중 kg 당 150 mg, 300 mg, 그리고 600 mg 투여했을 때 투여량과 비례하여 GOT와 GPT 활성을 낮추었다고 보고하였다. 그 기전으로 STZ에 의해 간에 경미한 지방변성과 효소의 주 작용점인 -SH기 부위의 불활성화로 GPT 활성이 상승되었지만, 위의 5가지

Table 3. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on body weight gain, food intake and food efficiency ratio in STZ-induced diabetic rats

| Groups[1)] | IBW[2)](g) | FBW[3)](g) | BWG[4)](g/day) | FER[5)] |
|---|---|---|---|---|
| Control | 398.5±16.3[5)NS6)] | 498.0±20.4[b7)] | 5.50±0.30[b] | 0.23±0.01[b] |
| Diabetic | 335.8±31.2 | 291.5±38.5[a] | -1.84±0.52[a] | 0.06±0.20[a] |
| DSC | 358.9±42.5 | 332.4±20.5[a] | -1.63±0.50[a] | 0.05±0.16[a] |
| DYC | 335.5±11.7 | 320.5±30.0[a] | -0.61±1.12[a] | 0.02±0.03[a] |
| DYCB | 336.3±10.2 | 310.7±22.1[a] | -1.05±0.78[a] | 0.03±0.02[a] |

[1)]See the group legend of Table 1
[2)]IBW: Initial body weight
[3)]FBW: Final body weight
[4)]BWG: Body weight gain
[5)]FER: food efficiency ratio
[6)]Values are means±S.D., N=8
[7)]NS: not significant
[8)]Values with different alphabet within the column indicate significant difference at $p<0.05$ by duncan's multiple range test

Table 4. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on serum activities of GOT and GPT in STZ-induced diabetic rats (karman/mL serum)

| Groups[1)] | GOT | GPT |
|---|---|---|
| Control | 75.9±8.28[2)c3)] | 26.9±5.70[b4)] |
| Diabetic | 100.4±8.84[a] | 43.6±7.46[a] |
| DSC | 87.9±7.58[b] | 26.4±11.6[b] |
| DYC | 82.9±15.7[bc] | 29.5±10.9[b] |
| DYCB | 90.7±6.94[b] | 31.2±8.24[b] |

[1)]See the group legend of Table 1
[2)]Values are means±S.D., N=8
[3)]NS: not significant
[4)]Values with different alphabet within the column indicate significant difference at p〈0.05 by duncan's multiple range test

천연 한약자원 복합추출물이 -SH기를 보호함으로써 간 기능을 개선시켰을 것으로 설명하였다(Park SH과 Kim GY, 2010). 본 연구에서도 Control 군에 비해서 당뇨군인 Diabetic 군의 GOT와 GPT의 높은 활성을 보였으며, 높아진 활성은 청국장 분말 공급으로 비슷한 수준으로 조절되었다. 그러므로 당뇨에 의한 간 기능 손상 개선에 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장이 다소 도움이 될 것으로 기대된다.

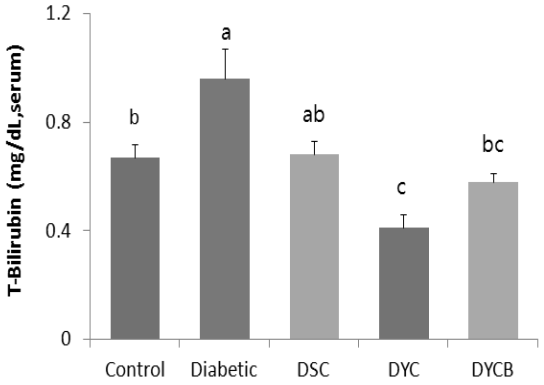


Fig. 1. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on T-Bilirubin in STZ-induced diabetic rats

Bars represent mean±S.D., N=8, Control: Normal diet, Diabetic: Supplementation of control diet in STZ-induced diabetic rat, DSC: Supplementation of 50.0% soybean *Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYC: Supplementation of 44.5% *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYCB: Supplementation of 50% black foods added *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, Values with different alpha bet with in the column indicate significnat different at p〈0.05 by duncan's multiple range test

또 다른 간 기능의 지표로 혈청 중 총 빌리루빈 함량 결과는 Fig. 1과 같다. 총 빌리루빈 은 Control 군의 0.67±0.05 mg/dL에 비해 당뇨군인 Diabetic군은 0.96±0.11 mg/dL로 p〈0.05 수준에서 유의적으로 높은 함량을 보였다. 그러나 당뇨로 증가된 총 빌리루빈 함량은 약콩청국장의 공급으로 57.3%, 그리고 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장의 공급으로 39.6% 정도 낮출수 있었다. 혈중 빌리루빈은 40% 이상의 고지방식이나 만성적인 에탄올 섭취 이외에도 사염화탄소화($CCl_4$) 같은 간 손상 물질이 간으로 유입 될 경우 상승되는 것으로 보고되고 있다(Cho SY 2001, Choi YH 등 2006, Ku HS 등 2007). 뿐만 아니라 혈당조절이 장기간 이루어지지 않을 경우 탄수화물과 지질대사 장애 등으로 인하여 심한 고지혈증(hyperlipemia)과 함께 간 기능장애가 초래된다고 Goldberg RB(1981)는 설명하고 있다.

본 연구에서도 당뇨유도로 간 손상 지표인 혈청 중 GOT 및 GPT 활성과 총 빌리루빈 함량 증가 현상을 보였으나 청국장 공급으로 다소 조절되는 것으로 나타났다. 또한 대두청국장에 비해서 약콩청국장 및 흑미, 흑임자, 다시마 분말과 같은 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장이 더 효과적인 것으로 나타났다.

## 3. 지질성분과 동맥경화 및 심혈관 위험 지수 변화

혈청 내 지질 함량은 Table 5와 같다. 중성지질 함량은 혈청 mL 당 Control 군의 88.7±12.8 mg에 비해서 당뇨군인 Diabetic 군은 105.2±27.6 mg으로 당뇨로 인하여 중성지질 함량이 p〈0.05 수준에서 유의적으로 높았다. 그러나 이때 DSC, YSC, YSCB 군의 중성지질이 각각 60.4±16.2, 73.2±17.2, 그리고 71.8±14.8 mg로 당뇨로 인하여 증가된 중성지질 함량이 청국장 공급으로 정상수준으로 낮아졌다. 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 함량도 중성지질 함량과 비슷한 경향을 보였다. HDL(high density lipoprotein)-콜레스테롤 함량은 혈청 mL 당 Control 군의 27.6±6.65 mg에 비해서 당뇨군인 Diabetic 군은 15.9±3.96 mg으로 p〈0.05 수준에서 42.4%의 낮은 함량을 보였다. 그러나 YSC 군은 22.2±6.50 mg, 그리고 YSCB 군은 23.7±8.85 mg로 당뇨유도에 의해 저하된 HDL-콜레스테롤 함량은 블랙푸드로 만든 청국장의 공급으로 높일수 있었다. 인지질의 함량은 혈청 mL 당 Control 군의 19.5±3.26 mg에 비해서 Diabetic 군 12.1±2.67 mg, DSC 군 10.2±3.63 mg, 그리고 DYC 군 11.9±3.65 mg로 Contro 군에 비해서 p〈0.05 수준에서 낮았다. 그러나 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 식이를 공급한 DYCB 군 만이 18.6±3.80 mg으로 Control 군과 유의적으로 비슷한 수준을 보였다.

간 조직 내 지질 함량은 Table 6과 같다. 총 지질의 함량은 Control 군과 당뇨유도군 사이에 유의적인 차이는 없었다. 그러나 중성지질 함량은 간 조직 g 당 Control 군 47.9±6.20 mg에 비해서 당뇨군인 Diabetic 군은 59.1±7.35 mg으로 p〈0.05 수준에서 19%의 증가를 보였다. 그러나 증가된 당뇨군의 중성지질 함량은 p〈0.05 수준에서 약콩청국장의 공급으로 43.8%, 그리고 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장의 공급으로 27.1% 까지 감소되었다. 또한 Control 군에 비해서 당뇨군인 Diabetic 군에서 증가된 총 콜레스테롤 함량은 청국장공급으로 p〈0.05 수준에서 증가된 유의적으로 낮출수 있었다. 인지질 함량은 간 조직 g 당 Control 군 3.83±0.20 mg에 비해서

Table 5. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on serum levels of triglycerides, total-cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in STZ- induced diabetic rats (mg/dL serum)

| Groups[1)] | Triglyceride | Total-C[2)] | HDL-C[3)] | LDL-C[4)] | Phospholipid |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | 88.7±12.8[5)b6)] | 53.2±3.09[b] | 27.6±6.65[a] | 24.9±2.69[c] | 19.5±3.26[a] |
| Diabetic | 105.2±27.9[a] | 75.9±5.23[a] | 15.9±3.96[c] | 55.3±6.54[a] | 12.1±2.67[b] |
| DSC | 60.4±16.2[c] | 68.6±5.64[ab] | 19.7±8.21[bc] | 35.3±5.69[b] | 10.2±3.63[b] |
| DYC | 73.2±17.2[bc] | 58.0±6.11[b] | 22.2±6.50[ab] | 36.5±6.95[b] | 11.9±3.65[b] |
| DYCB | 71.8±14.8[bc] | 55.2±5.85[b] | 23.7±8.85[ab] | 34.68±8.88[b] | 18.6±3.80[a] |

1)See the group legend of Table 1
2)Total-C: total cholesterol
3)HDL-C: high density lipoprotein
4)LDL-C: low density lipoprotein. LDL-C = total-Cholesterol - HDL-cholesterol - (triglyceride/5)
5)Values are means±S.D., N=8
6)Values with different alphabet within the column indicate significant difference at $p<0.05$ by duncan's multiple range test
7)NS: not significant

Table 6. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on liver levels of total lipid, triglyceride, total cholesterol and phospholipid in STZ-induced diabetic rats (mg/g liver)

| Groups[1)] | Total lipid | Triglyceride | Total-cholesterol | Phospholipid |
|---|---|---|---|---|
| Control | 62.1±15.2[2)NS3)] | 47.9±6.20[abc4)] | 4.80±1.45[b] | 3.83±0.20[a] |
| Diabetic | 72.5±15.4 | 59.1±7.35[a] | 7.20±1.71[a] | 2.92±0.28[b] |
| DSC | 58.1±11.9 | 54.0±7.00[ab] | 5.90±0.59[ab] | 2.99±0.24[b] |
| DYC | 58.5±15.5 | 39.2±6.42[c] | 5.01±0.55[b] | 2.93±0.37[b] |
| DYCB | 57.4±13.2 | 43.1±5.46[bc] | 5.22±0.48[b] | 3.11±0.61[b] |

1)See the group legend of Table 1
2)Values are means±S.D., N=8
3)NS: not significant
4)Values with different alphabet within the column indicate significant difference at $p<0.05$ by duncan's multiple range test

당뇨군인 Diabetic 군은 2.92±0.28 mg, DSC 군은 2.99±0.24 mg, DYC 군은 2.93±0.37 mg, 그리고 DYCB 군은 3.11±0.61 mg로 당뇨유도군 모두 정상군인 Control 군의 인지질 함량보다 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 낮았다.

동맥경화지수(AI)와 심혈관계 지수(CRF)의 결과는 Fig. 2, 3과 같다. AI는 Control 군의 AI는 0.99±0.14 이였으나 당뇨군인 Diabetic 군은 3.15±0.53으로 $p<0.05$ 수준에서 현저히 높았다. 그러나 정상수준의 Control 군 수준에는 미치지 못하였지만 당뇨유도로 증가된 AI는 청국장 공급으로 낮출수 있었으며, 이때 증가된 AI는 대두청국장에 비해 약콩 및 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장이 $p<0.05$ 수준에서 더 효과적인 나타났다. 당뇨로 인해 증가된 CRF도 AI 결과와 비슷하게 대두청국장에 비해서 약콩 및 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장이 효과적인 것으로 나타났다. 제 2형 당뇨환자의 고지혈증 발병율은 정상인보다 2~4배 정도 더 높으며, 당뇨 환자의 약 20~70% 정도 고지혈증이 나타난다고 보고(Son HY 1985)되고 있다. Nikkila EA와 Kekki M(1973) 그리고 Lee SZ와 Lee HS(1999)는 STZ에 의해 유도된 당뇨 쥐는 혈액과 간 조직 내 중성지질의 함량과 동맥경화지수가 정상군의 2~6배 정도 증가되었다고 보고하였다. 본 실험 결과에서도 정상군인 Control 군에 비해서 당뇨군인 Diabetic군에 고지혈증 현상을 보였다.

고지혈증을 예방 및 관리에 효과적인 식품으로 대두, 약콩, 다시마, 인삼, 청국장, 효소 등이 보고되고 있다(Feingold KR 등 1990, Jiao S 등 1988, Lee SZ와 Lee HS 1999). 대두와 다시마의 올리고당이나 섬유질은 혈중 포도당이나 중성지방, 콜레스테롤, 발암물질, 담즙산, 그리고 콜레스테롤 등의 배설작용으로 체내에서 이들 수준을 낮추는 작용 이외에도 대두의 linoleic acid는 체내 콜레스테롤이나 중성지방의 농도를 저하시킨다고 알려져 있다(Feingold KR 등 1990, Jiao S 등 1988, Lee SZ와 Lee HS 1999). 대두, 약콩, 그리고 청국장에 함유량이 높은 genestein과 daidzein은 그 함유량과 비례하여 우수한 항산화력을 보였다(Oh JG 2003, Park SM 2007, Record IR 등 1995, Ryu SH 2002). 이외에도 청국장은 미생물에 의하여 발효과정 중 새로운 생리활성 물질을 생성하여 혈전용해능, 혈압상승 억제 및 지질대사 개선효과 및 항암성이 있는 것으로 보고되었다(Kim SH 등 1999, Oh JG 2003).

Lee JJ 등(2012)은 제 2형 당뇨인 db/db 마우스의 혈액 내 증가된 중성지질과 LDL-콜레스테롤 함량은 청국장 분말의 공급으로 각각 21.4%와 30.94% 낮출수 있었으며, 이러한 감소효과는 대두분말 보다 더 효과적인 것으로 보고하였다. 또한 db/db 마우스에 genestein과 daidzein을 각각 공급시켰을 때 두 군 모두 혈장 내 당뇨에 의해 증가된 총 콜레스테롤 함량이 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 감소되었으며, 특히 genestein 공급군에서는 혈장 내 당뇨에 의해 증가된 중성지방은 유의적인 감소를 보인 반면에, 감소된 HDL-콜레스테롤 함량은 유의적인 증가를 보인 것으로 Park SA 등(2006)은 보고하였다.

본 연구에서도 정상 쥐에 비해서 당뇨 유도 쥐에서 혈청과

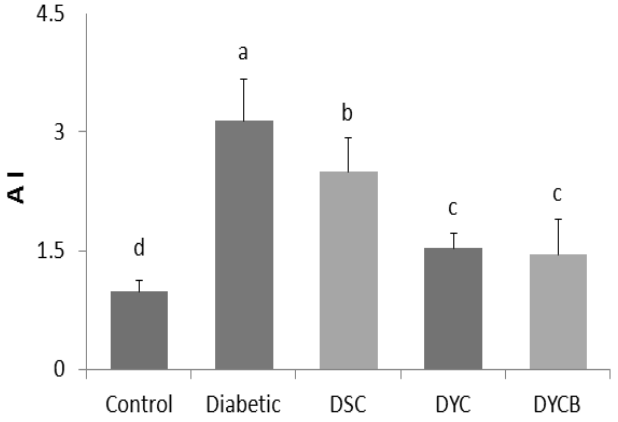


Fig. 2. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on AI in STZ- induced diabetic rats

Bars represent mean±S.D., N=8, Control: Normal diet, Diabetic: Supplementation of control diet in STZ-induced diabetic rat, DSC: Supplementation of 50.0% soybean *Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYC: Supplementation of 44.5% *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYCB: Supplementation of 50% black foods added *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, Values with different alpha bet with in the column indicate significnat different at p〈0.05 by duncan's multiple range test

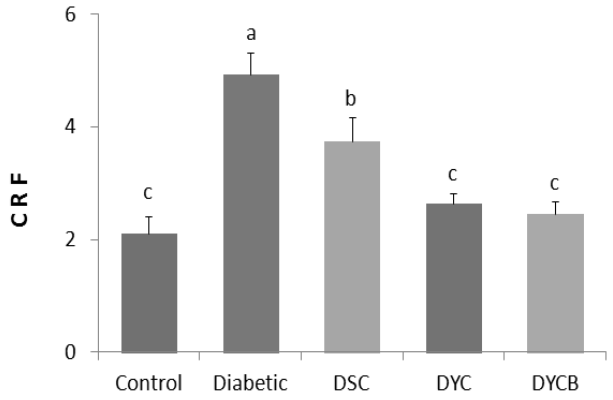


Fig. 3. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on CRF in STZ-induced diabetic rats

Bars represent mean±S.D., N=8, Control: Normal diet, Diabetic: Supplementation of control diet in STZ-induced diabetic rat, DSC: Supplementation of 50.0% soybean *Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYC: Supplementation of 44.5% *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat, DYCB: Supplementation of 50% black foods added *Yakkong Cheonggukjang* powder in STZ-induced diabetic rat,

Values with different alpha bet with in the column indicate significnat different at p〈0.05 by duncan's multiple range test

간 조직 내 중성지질, 총 및 LDL- 콜레스테롤이 증가된 반면에 HDL-콜레스테롤과 인지질 함량이 감소되었으며, 그 결과 AI과 CRF가 당뇨 쥐에서 유의적으로 높게 나타났다. 그러나 본 실험에서 당뇨로 인해 증가된 고지혈증과 AI 및 CRF는 세 종류의 청국장 공급으로 조절시킬 수 있었다. 특히 AI와 CRF 보호 및 간 조직내 중성지방과 총 콜레스테롤 함량 저하에서는 대두청국장에 비해 약콩청국장과 블랙푸드가 첨가된 약콩 청국장의 효과가 더 높은 것으로 나타났다.

Table 7. Effects of *Cheonggukjang* powder made with black foods on serum levels of total protein, albumin and globulin in STZ-induced diabetic rats (g/dL serum)

| Groups[1)] | Total protein | Albumin | Globulin |
|---|---|---|---|
| Control | 3.20±0.52[2)a3)] | 2.80±0.20[NS4)] | 1.42±0.39[a] |
| Diabetic | 4.38±0.62[ab] | 2.92±0.18 | 1.44±0.31[a] |
| DSC | 4.79±0.65[abc] | 3.02±0.28 | 2.28±0.30[ab] |
| DYC | 7.28±1.04[c] | 3.27±0.45 | 3.56±0.80[b] |
| DYCB | 6.05±0.93[bc] | 2.73±0.24 | 3.52±0.56[b] |

[1)]See the group legend of Table 1
[2)]Values are means±S.D., N=8
[3)]NS: not significant
[4)]Values with different alphabet within the column indicate significant difference at p〈0.05 by duncan's multiple range test

## 4. 단백질 성분 변화

혈청 내 단백질 함량 변화는 Table 7과 같다. 총 단백질 함량은 혈청 dL 당 Control 군 3.20±0.52 mg에 비해 당뇨군인 Diabetic 군은 4.38±0.62 mg으로 두 군 간에 유의적인 차이는 없었다. 당뇨유도군 중에서 DYC 군과 DYCB 군 각각의 총 단백질 함량은 7.28±1.04 mg와 6.05±0.93 mg로 약콩청국장 및 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장의 공급으로 당뇨 쥐에서 저하된 총 단백질 함량을 높일 수 있었다. 그러나 알부민의 농도는 모든 실험 군 간에 유의적인 차이는 없었다. 혈청 중 글로불린 함량은 혈청 dL 당 Control 군의 1.42±0.39 mg에 비해 당뇨군인 Diabetic 군은 1.44±0.31 mg/dL로 두 군 간에 유의적인 차이는 없었다. 그러나 당뇨유도군 중에서 DYC 군과 DYCB 군의 글로불린 함량은 각각 3.56±0.80와 3.52±0.56 mg/dL로 당뇨군인 Diabetic 군에 비해서 p〈0.05 수준에서 더 높았다. 따라서 당뇨유도에 의한 단백질 상태 변화는 대두 청국장, 약콩 청국장, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩 청국장의 공급으로 조절 할 수 있을 것으로 여겨진다.

# Ⅳ. 요 약

본 연구는 대두청국장, 약콩청국장 및 흑미, 흑임자, 다시마와 같은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 STZ으로 유도된 당뇨 쥐의 간 기능과 지질조성에 미치는 영향을 비교한 후, 당뇨병과 같은 생활 습관병의 예방과 합병증을 낮추기 위한 식이요법으로 블랙푸드로 만든 청국장식이 섭취에 대한 근거자료를 마련 할 목적으로 실시하였다. 실험군으로는 정상식이군(Control), 당뇨 정상식이군(Diabetic), 당뇨 대두청국장 식이군(DSC), 당뇨 약콩청국장 식이군(DYC), 그리고 당뇨 블랙푸

드를 첨가한 약콩청국장 식이군(DYCB)로 나누어 7주간 실험 식이를 공급 한 후 혈청과 간 조직 내 간 기능 지표 및 지질 조성을 조사하였다.

그 결과 정상 쥐에 비해 당뇨 쥐의 일일 체중 증가량과 사료효율이 감소되었으며, 이때 식이로 공급한 청국장식이 공급은 아무런 영향을 미치지 못하였다. 간 기능 지표로 GOT와 GPT 활성 모두 정상 쥐에 비해 당뇨 쥐에서 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 높았으나, 청국장식이 공급으로 높아진 활성을 조절할 수 있었다. 총 빌리루빈 함량은 역시 정상 쥐에 비해 당뇨 쥐에서 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 증가되었으나 약콩청국장 및 블랙푸드가 첨가된 약콩청국장 식이의 공급으로 낮출수 있었다. 또한 정상 쥐에 비해 당뇨 쥐에서 $p<0.05$ 수준에서 유의적으로 고지혈 증상과 동맥경화 및 심혈관계 위험지수가 증가된 반면에 HDL-콜레스테롤과 인지질 함량의 감소를 보였다. 그러나 청국장식이 공급으로 다소 호전된 결과를 얻었다. 특히 간 조직 내 중성지질과 총 콜레스테롤 함량과 동맥경화 및 심혈관계 위험지수 조절은 대두 청국장에 비해 블랙푸드로 만든 청국장이 더 효과적인 것으로 나타났으며, 약콩청국장과 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 사이에는 유의적인 차이는 없었다. 따라서 당뇨에 의해 유발 될 수 있는 간 기능, 고지혈증 그리고 동맥경화 및 심혈관계 위험지수 개선에 블랙푸드로 만든 청국장분말 식이 섭취가 다소 도움을 줄 것으로 여겨진다.

## 참고문헌


Bae EA, Moom GS. 1997. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. J Korean Soc Food Sci Nutr 26 : 203-208

Bang MA, Cho YJ, Kim HA. 2002. Effect of Indongcho(L. japonica Thunb) on glucose and lipid metabolism and antioxidative enzyme system in streptozotocin-induced diabetic rats. Kor J Dietary Culture 17 : 377-386

Bhathena SJ, Velaquez MT. 2002. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. Am J Clin Nutr 76 : 1191-1201

Cho SY, Jang JY, Kim MJ. 2001. Effect of Pueraria flos and radix water-extracts on levels of several serum biomakers in ethanol-treated rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 30 : 92-96

Choi YH, Lee KE, Yang KM, Jeong YM, Seo JS. 2006. Effect of Larva extract of Allomyrina dichotoma on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice. J Korean Soc Food Sci Nutr 35 : 1349-1355

Deng S, Vatamaniuk M, Huang X, Doliba N, Lian MM, Frank A, Velidedeoglu E, Desai NM, Koeberlein B, Wolf B, Barker CF, Naji A, Matschinsky FM, Markmann JF. 2004. Structural and functional abnormalities in the islets isolated from type 2 diabeic subjects. Diabetes 53 : 624-632

Eng LF, Noble EP. 1968. The maturation of rat brain myelin. Lipid 3 : 157-161

Feingold KR, Moser A, Adi S, Soued M, Grunfeld C. 1990. Small intestinal fatty acid synthesis is increased in diabetic rats. Endocrinology 127 : 2247-2252

Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. J Biol Chem 226 : 497-509

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

Goldberg RB. 1981. Lipid disorders in diabetes. Diabetes Care 4 : 561-572

Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell I, Saldeen T. 1991. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. Eur J Nutr 121 : 165-172

Jeong MY. 2001. Use of oral hypoglycemic agents. J Korean Dibetes 2001 : 53-70.

Jiao S, Matsuzawa Y, Matsubara K, Kihara S, Nakamura T, Tokunaga K, Kubo M, Tarui S. 1988. Increased activity of intestinal Acyl-Co A : Cholesterol actyltransferase in rats with streptozotocin-induced diabetes and restoration by insulin supplementation. Diabetes 37 : 342-346

Jung KO, Park SY, Park KY. 2006. Longer aging time increases the anticancer and antimetastatic properties of doenjang. J Nutr 22 : 539-545

Kennedy L, Baynes JW. 1984. Non-enzymatic glycosylation and the chronic complications of diabetes: an review. Diabetologia 26 : 93-98

Kim JO, Lee GD. 2011. Hypoglycemic effects of a medicinal herb mixture prepared through the traditional antidiabetic prescription. Korean Society Food Preservation 18 : 923-929

Kim MK, Choi AR, Han GS, Jeong SG, Jeong MO, Kim DH, Ham, JS. 2011. Dairy products intake and managing diabetes. Korean J Dairy Sci Technol 29 : 17-22

Kim SH, Yang JL, Song YS. 1999. Physiological functions of chongkukjang. Food Industry and Nutrition 4 : 40-46

Korean National Statistical Office. 2008. The cause of death statistics 2006. An Annual Report of Death Cause Statics

Ku HS, Noh JS, Yun YR, Kim HJ, Kwon MJ, Cheigh HS, Song YO. 2007. Weight reduction and lipid lowring effects of sea tangle added Korean cabbage Kimchi. J Korean Soc Food Sci Nutr 36 : 1140-1147

Kwon DY, Daily III JW, Kim HJ, Park S. 2010. Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. Nutr Res 30 : 1-13

Kwon DY, Jang JS, Lee JE, Kim SY, Shin DH, Park S. 2006. The isoflavonoid aglycon-rich fractions of *chungkookjang* fermented unsalted soybeans, enhance insulin signaling and peroxisome proliferatior-activated receptor-$\gamma$ activity in vitro. BioFactors 26 : 245-258

Lee HJ. 1999. Medical nutrition therapy in diabetes. Food Industry and Nutrition 4 : 47-60

Lee JJ. 2011. Colored foods and diabetes. J Korean Diabetes 12 : 219-224

Lee JJ, Kim AR, Chang HC, Jung HO, Lee MY. 2012. Effects of soybean and DJI Chungkukjang powder on blood glucose and serum lipid reduction in db/db mice. J Korean Soc Food Sci Nutr 41 : 1086-1093

Lee KS, Seo JS, Choi YS. 1998. Effect of sea tangle and hypoglycemic agent on lipid metabolism in diabetic rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 27 : 960-967

Lee SZ, Lee HS. 1999. Changes in plasma lipid pattern in streptozotocin-induced diabetic rats: a time course study. Korean J Nutr 32 : 767-774

Lim SS, Kim MH, Lee JH. 1997. Effect of artemisia princeps var orientals and circium japonicum var ussuriense on liver function, body lipid, and bile acid of hyperlipidemic rat. Korean J Nutr 30 : 797-802

Mendez J, Frinklin B, Gahagen H. 1975. Simple manual procedure for determination of serum triglycerides. Clin Chem 21 : 768-770

Ministry of Health and Welfare 2006. The 3rd Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES III)

Nikkila EA, Kekki M. 1973. Plasma triglyceride transport kinetics in diabetes mellitus. Metabolism 22 : 1-22

Oh JG. The news of Korean Society : Soybean milk. 2003. J Korean Soybean Society 196 : 2-7

Park JL, Chae KY, Hong JS. 2007. A comparison of antioxidant activities in black sesame seeds according to preparation and cooking conditions. J East Asian Soc Dietary Life 17 : 520-531

Park SA, Kim MJ, Jang JY, Choi MS, Yeo J, Lee MK. 2006. Effect of genestein and diadzein on antioxidant defense system in C57BL/KsJ-db/db mice. J Korean Soc Food Sci Nutr 35 : 1159-1165

Park SH, Kim GY. 2010. Blood glucose level, insulin content and biochemical variables of complexcity extract from Oriental medicinal plants on diabetes rats. Korean J Food Nutr 23 : 258-268

Park SM. 2007. Strategies for development of anti-diabetic functional foods. Food Sci Industry 40 : 46-58

Rakieten N, Rakieten ML, Nadkarni MV. 1963. Studies on the diabetogenic action of streptozotocin (NSC-37917). Cancer Chemotherapy Reports 29 : 91-98

Reaven GM. 1987. Abnormal lipoprotein metabolism in non-insulin-dependent diabetes mellitus: Pathogenesis and treatment. Am J Med 83 : 31-40

Record IR, Dreosit IE, Mclnerney JK. 1995. The antioxidant activity of genistein in vitro. J Nutr Biochem 6 : 481-485

Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. J Nutr 123 : 1939-1951

Reitman S, Frankel S. 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. Am J Clin Pathol 28 : 56-63

Ryu SH. 2002. Studies on antioxidative effects and antioxidative components of soybean and chungkukjang. Ph. D. Thesis, Inje University, Seoul, Korea

Son HY. 1985. Lipid metabolism in diabetes mellitus. Diabetes 9 : 159-164

Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. 2004. Global prevalence of diabetes : estimates for the year 2000 and projections for 2030. Diabetes Care 27 : 1047-1053

Zaltkis A, Zak B. 1969. Study of new cholesterol reagent. Anal Biochem 29 : 143-148

2013년 8월 28일 접수; 2013년 10월 15일 심사(수정); 2013년 11월 5일 채택