

## 탁주 주박의 섭취가 스트렙토조토신으로 당뇨를 유발시킨 흰쥐의 혈당수준에 미치는 효과<sup>+</sup>

김순미\* · 조우균

가천의과학대학교 식품영양학과

### Effects of Takju(Korean turbid rice wine) Lees on the Serum Glucose Levels in Streptozotocin-induced Diabetic Rats

Soonmi Kim\* · Wookyun Cho

Department of Food & Nutrition, Gachon University of Medicine and Science

#### Abstract

This study was performed to determine the effect of Takju(Korean turbid rice wine) lees on the serum glucose level in streptozotocin-induced diabetic rats. 24 Sprague-Dawley male rats were divided into three groups: normal control(NC), diabetic control(DC) and diabetic rats(DS) were fed on experimental diet and water ad libitum for 4 weeks. DS diet was containing 20% Takju lees. Body weight gain and Food Efficiency Ratio(FER) were significantly lower in DC and DS than NC. DS tended to have higher weight, weight gain and FER than DC nevertheless food intake. Therefore Takju lees could possibly complement casein as a protein source. Gastrointestinal transit time in DS significantly decreased than NC while not significantly than DC. Serum lipid profiles and AST, ALT and amylase were not significantly different between diabetic DC and DS. Blood glucose was measured at fasting state and 30, 60, 90 and 120 minute by oral glucose tolerance test. DS tended to lower the mean ( $\pm$  SE) incremental blood glucose concentrations than DC and was significantly low at 120 min. But incremental AUG (area under the curve) of postprandial glucose response was not significantly different. In conclusion, in spite of high contents of carbohydrate Takju lees perhaps have a benefit effect on the diabetes.

Key Words : Takju lees, streptozotocin-induced diabetic rats, gut transit time, oral glucose tolerance test

#### I. 서 론

근래 우리나라의 식생활은 꾸준히 서구화되어 왔으며, 이러한 경향은 음주기호에도 그대로 반영되어 위스키, 맥주 및 와인의 섭취량은 크게 증가하였으나, 우리나라를 대표하는 전통 발효주 특히 탁주의 섭취량은 크게 감소하여 왔다. 자료에 따르면 1981년 1,010,425 kℓ에 달하던 탁주의 출고량은 2004년 현재 138,162 kℓ로 약 86% 감소한 반면, 같은 기간 맥주의 출고량은 599,772 kℓ에서 1,904,654 kℓ로, 국내 위스키의 출고량은 2,974 kℓ에서 9,877 kℓ로 각각 318%, 332% 증가하였다(통계청 2004, 대한주류공업협회). 일본의 사정도 다르지 않아 사케(酒)라고 부르는 일본주 즉 청주의 소비량 역시 크게 감소하여 왔다. 이를 극복하기 위하여 일본의 여러 대학 및 연구소 등에서는 청주 뿐만 아니라 청주를 거르고 난 후의 술지게미인 주박(酒粕)의 생리기능에 대한 활발한 연구를 하고 있

다. 그 결과 주박이 당뇨, 고혈압, 골다공증 등에 효과가 있으며, 뇌경색, 심근경색 및 동맥경화를 예방하며, 알레르기 체질을 개선하고, 미백효과를 나타내는 등 다양한 건강기능성을 갖고 있음을 보고하고, 이들 성분을 이용한 건강식품 또는 기능성 제품의 개발에 박차를 가하고 있다(瀧澤 1998, Saito 등 1994, Gekkeikan 1993, Nippon Shuzo 1998, Japan Natural Lab 2004). 주박이란 쌀, 물, 누룩, 효모 등을 이용하여 막걸리나 약주를 빚은 후 술을 걸러내는 과정에서 반드시 생성되는 부산물이며, 흔히 어려운 시절을 함께 보낸 부인을 일컫는, ‘술지게미와 쌀겨로 끼니를 이을 때의 아내’라는 의미의 조강지처(糟糠之妻)란 말에서도 나타나듯이 먹을 것이 부족했던 우리 조상들에게 대체식량으로서의 역할도 담당하였다.

우리나라의 탁주 · 약주와 일본의 청주는 재료나 제법 특히 발효효모의 종류가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로(이 1991) 청주 주박에서 발견되는 생리 기능성이 쌀 막걸리나

+This research was supported by 2003 consortium of Incheon Takju the First Joint Factory and the Small and Medium Business Administration

\* Corresponding author : Soonmi Kim, Department of Food and Nutrition, Gachon University of Medicine and Science, 534-2 Yeonsu-dong, Yeonsu-gu, Incheon 406-799, Korea, Tel : 82-32-820-4234 Fax : 82-32-820-4230 E-mail : smkim@gachon.ac.kr

약주의 주박에도 있을 것이란 것은 쉽게 예측이 가능하다. 일본 청주에서 나타난 이러한 결과들이 우리나라의 막걸리에서도 밝혀진다면 살아있는 효모가 함유된 채 마시는 막걸리의 건강기능성은 술을 맑게 걸러 상품화되는 청주의 효과를 훨씬 뛰어넘을 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 아쉽게도 현재까지 탁주, 약주 및 이들 주박의 생리활성에 관한 연구는 거의 찾아볼 수가 없고, 대부분의 주박은 양돈업자에 의해 사료용으로 소비되든가 아니면 추가비용을 들여 폐기하는 실정이다. 단지 탁주 분말 또는 탁주 주박을 이용한 제빵 특성 및 제빵개량제의 제조(Jeong & Park 2006), 청주박을 이용한 저식염 고추장의 양조(Lee & Kim 1991), 청주 주박 단백질 농축물을 이용한 가식성필름의 제조(Cho 등 1998), 주박을 효모성장 배지로 사용하기 위한 연구(Lim 등 2004) 등이 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 쌀 막걸리 주박의 건강기능성을 살펴보기 위한 첫 시도로써 주박의 섭취가 streptozotocin으로 제1형 당뇨를 유발시킨 흰쥐의 혈당 수준에 영향을 미치는지를 살펴보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 시료로 사용한 주박은 '인천탁주'로부터 제공받았다. 쌀 막걸리를 제성하는 과정에서 처음 제거되는 1차 주박은 밀기울 등 거친 섬유소를 많이 포함하므로, 2차 압착 과정에서 제거된 2차 주박을 실험에 사용하였다. 주박은 일정량의 수분을 제거한 후 40°C, 12시간 건조시킨 후 냉장보관하면서 실험에 사용하였으며, 주박의 성분 분석은 식품공전(한국식품공업협회 1999)의 시험법에 준하여 실시하였다.

### 2. 실험동물 및 식이

실험동물은 체중 200g 내외의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 (주) 바이오제노미스로부터 구입하여 스테인레스 망 사육상자에 한 마리씩 넣고 온도 20-22°C, 습도 50%, 명암 12시간 주기 조명아래에서 안정시키면서 고형사료 ((주) 삼양사료)로 예비 사육하였다. 실험동물은 정상식이군(NC), 당뇨대조군(DC) 및 주박섭취당뇨군(DS) 등 모두 8마리씩 세 군으로 분류하였다. 실험식이는 대조식이에 20%의 주박을 첨가하였으며, 대조식이 및 실험식이의 구성은 Table 1과 같다. 식이는 4주간 공급하였으며, 물과 함께 자유롭게 섭취하도록 하였다.

### 3. 당뇨유발

췌장의  $\beta$ -세포에만 특이적으로 작용하여 빠르고, 비가역적인 궤사를 일으키나 다른 기관에는 영향을 미치지 않는다고 알려진 streptozotocin(STZ, Sigma Chemical

<Table 1> Composition of the experimental diet(g)

Ingredient	NC <sup>1)</sup>	DC <sup>2)</sup>	DS <sup>3)</sup>
Corn starch	706	706	706
Sucrose	-	-	-
Casein	150	150	150
Lard	94	94	94
Mineral mixture <sup>4)</sup>	35	35	35
Vitamin mixture <sup>5)</sup>	10	10	10
Methionine	3	3	3
Choline chloride	2	2	2
Takju sake lees	-	-	200
Cholesterol	-	-	-

1) Normal rats fed control diet

2) Diabetic rats fed control diet

3) Diabetic rats fed 20% Takju sake lees contained diet

4) Vitamin mixture according to AIN-76

5) Mineral mixture according to AIN-76

Co.)(13,14)을 0.01M citrate buffer(pH4.5)에 50mg/kg B.W. 농도로 조제하여 실험동물의 죠축 대퇴부에 근육 주사함으로써 제1형 당뇨병(인슐린 의존형 당뇨병)을 유발시켰다. 주사 후 24시간 경과 후에 12시간 절식시킨 쥐의 꼬리정맥에서 혈액을 취하여 혈당 측정계(Accutrend GC, Boehringer Mannheim, Germany)를 사용하여 공복 시 혈당을 측정하였다. 혈당농도가 180mg/dl 이상인 쥐를 당뇨가 유발된 것으로 보고 군 분리에 사용하였다.

### 4. 장 통과시간(gut transit time)의 측정

실험식이로 사육한 지 만 3주째에 실험동물을 12시간 절식시킨 후 각 군의 식이에 marker로써 0.5% carmine red(Sigma Chemical Co.)를 섞어서 주고 대변에 첫 붉은 색이 섞여 나오는 데 걸리는 시간을 측정하였다(Park 1997).

### 5. 주박 섭취 쥐에 있어서의 경구 당부하 검사

실험식이로 사육한 지 4주째에 당뇨 유발군인 DC군과 DS군을 전날 밤 12시간 절식 시킨 후 미정맥에서 채혈하여 공복 시 혈당 수준을 측정하고, 50% 포도당 용액(0.1g 포도당/100g BW)을 경구투여(gastric intubation)한 후 30, 60, 90, 120분 후에 꼬리정맥에서 채혈하여 혈당을 측정하였다.

### 6. 혈청의 생화학적 측정

4주간의 사육이 끝난 실험동물을 10시간동안 절식시키고 에테르로 마취시킨 후 심장으로부터 채혈하고, 3000rpm(4°C)에서 10분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 혈청 중의 중성지방(TG), 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 AST(GOT), ALT(GPT)는

Clinical Analyzer Hitachi 7600-110(Japan)을 사용하여, 혈청 아밀라제는 Cobas Integra 800(Hoffmann-La Roche Ltd, Switzerland)을 사용하여 분석하였다.

## 7. 통계분석

실험결과의 통계처리는 Minitab Release 13을 이용하였고, 결과는 평균과 표준오차로 나타내었다. 두 개의 군의 차이에 대해서는 t-test에 의한 평균치 차이분석을, 군 간의 유의성은 일요인분산분석과 Tukey-Kramer 방법에 의해  $p<0.05$  수준에서 검증하였다.

## III. 실험 결과 및 고찰

### 1. 택주 주박의 성분

택주 주박의 성분 분석 결과는 <Table 2>와 같다. 수분 함량은 65.5%였으며 100g당 열량은 138.0kcal, 당질과 단백질이 각각 24.9%와 8.9%를 나타냈다. 일본에서 제품화되는 청주 주박의 한 예가 100g당 열량 212kcal, 당질 17.9%, 단백질 14.9%인 것으로 보고된 것과 비교하면 당질 함량은 높고, 단백질의 함량은 더 낮은 수준이었다(瀧澤 1998). 이는 우선 택주의 발효기간이 1단 담금과 2단 담금 과정을 통틀어 4~5일 후 제성하는 것에 비해 청주는 약 30일 정도 발효시키는(이 1991) 제법의 차이에 의해 당질은 더 많이 분해되고, 상대적으로 단백질함량은 높아진 것으로 추정된다.

또한 주박의 성분을 밥의 영양성분과 비교해보면 밥 100g의 열량이 146kcal, 단백질 함량이 2.7%인 점과 비교할 때 택주 주박의 열량 및 영양 성분의 가치는 주식(主食)에 버금가는 수준임을 알 수 있었다.

<Table 2> Proximate composition of Takju lees

Components	Takju lees	Cooked rice <sup>1)</sup>
Energy(Kcal)	138.0	146.0
Moisture(%)	65.5	65.0
Crude carbohydrates(%)	24.9	31.7
Crude lipid(%)	0.4	0.2
Crude protein(%)	8.9	2.7
Crude ash(%)	0.3	0.2
Crude fiber(%)	0.2	0.4

1) 한국인 영양섭취기준, 한국영양학회, 2005

<Table 3> Effects of Takju lees feeding on body weight, food intake and feed efficiency ratio(FER) in diabetic rats

Group <sup>1)</sup>	Final body weight(g)	Body weight gain(g)	Food intake(g/day)	FER
NC	372.9 ± 12.12 <sup>b3)</sup>	176.1 ± 9.8 <sup>b</sup>	24.92 ± 0.93 <sup>a</sup>	7.08 ± 0.37 <sup>b</sup>
DC	274.1 ± 19.0 <sup>a</sup>	83.2 ± 17.2 <sup>a</sup>	29.71 ± 1.90 <sup>b</sup>	3.08 ± 0.75 <sup>a</sup>
DS	283.8 ± 22.0 <sup>a</sup>	100.2 ± 20.1 <sup>a</sup>	30.03 ± 0.85 <sup>b</sup>	3.40 ± 0.74 <sup>a</sup>

1) Refer the legend to Table 1.

2) The values were expressed as the mean ± SEM.

3) Means differ significantly ( $p<0.05$ ) if they do not share a common superscript.

## 2. 체중 및 식이섭취량

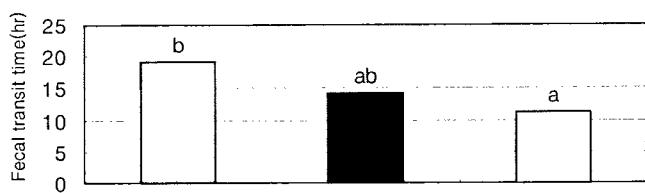
실험기간 동안 동물의 체중변화 및 식이효율을 <Table 3>에 나타내었다. 당뇨가 유발된 군의 체중 증가량은 정상 식이군에 비해 유의적으로 낮았으며, 체중 증가량을 식이 섭취량으로 나눈 식이효율(FER) 역시 당뇨군이 당뇨에 따른 식이섭취 증가로 인하여 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다. STZ의 투여는 인슐린 의존성 당뇨를 유발하여 당질대사 이상 및 체 단백, 지질의 이화반응으로 인한 체중 감소를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 간의 글리코겐 함량을 감소시키므로 당뇨에 따른 체중 감소는 당뇨 증세의 정도를 나타내는 지표로 이용되고 있다(Ghosh 등 1994).

비록 유의적이지는 않으나 본 연구에서도 주박을 섭취한 당뇨군인 DS군이 당뇨 대조군인 DC군에 비해 식이 섭취량의 차이가 없음에도 불구하고 체중, 체중증가량 및 식이효율이 높았다. STZ로 당뇨를 유발한 쥐에 다시마 추출물(Jang 등 2002), 합초(Bang 등 2002) 및 동파(Lim 등 2003)를 섭취시킨 연구에서도 모두 유의적이지는 않으나 혈당 저하를 나타낸 이들 물질의 섭취가 당뇨 대조군에 비해 체중이 증가하였음을 보여주고 있다.

한편, Tsutsui 등(1998)은 액화시킨 쌀을 발효시켜 담근 청주의 냉동 건조 주박 분말의 단백질과 당질 함량은 각각 44.6%와 37.4%에 달했으며, 주박 분말을 50% 함유시킨 사료로 사육한 쥐의 성장률이 20% 카세인 식이를 먹인 대조군과 같았다고 한 것으로 볼 때 택주 주박 역시 첨가량을 증가시킨다면 단백질 급원으로서의 카세인을 대체시키는 영양적 효과를 나타낼 수 있을 것으로 기대된다.

## 3. 장 통과시간의 측정

당뇨를 유발한 군에서의 주박의 섭취가 장 내용물의 통과 시간에 미치는 영향을 조사하였다<Figure 1>. 주박을 섭취하지 않은 당뇨군(DC)에 비해서 주박을 섭취한 당뇨군(DS)의 장 통과시간은 단축되기는 했으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 그러나 정상 대조군(NC)에 비해서는 유의적으로 단축되었음을 알 수 있다. 한편 흰쥐에 고당식이와 함께 주박을 섭취시켜 장 통과시간을 비교해 본 예비 실험에서는 주박을 먹인 고당식이군의 장 통과시간이 대조군에 비해 유의적으로 짧아진 것(결과 미 제시)으로 미루어보아 주박의 섭취가 장 통과시간을 단축시킬 수 있음을 보여주었다. 이러한 결과는 <Table 2>의 주박의 조섭



<Figure 1> Fecal transit time in STZ-induced diabetic rats fed normal diet with Takju lees

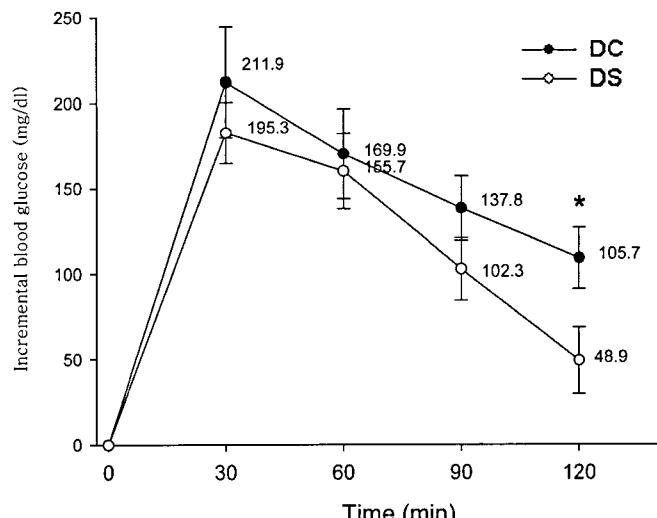
- 1) Refer the legend to Table 1.
- 2) First time when the dyed feces appeared
- 3) The values were expressed as the mean  $\pm$  SEM.
- 4) Means differ significantly ( $p < 0.05$ ) if they do not share a common superscript.

유소에 함유된 식이섬유소의 효능에 기인하는 것으로 추정할 수 있다.

당뇨병의 치료에 있어서 고섬유소 식이의 이점에 대해서는 많은 연구가 이루어져 있는데, 이를 설명하는 기전으로 수용성 식이섬유처럼 점성이 큰 식이섬유는 겔 상태의 기질(gel matrix)을 형성하여 포도당을 붙잡는 효과가 있어 혈당의 확산을 감소시키다(Jenkins 등 1978)고 알려져 있으며, 불용성 식이섬유는 섬유상 기질(fiber matrix) 안에 포도당을 가두는 효과를 통해 혈당의 확산을 저연시키는 효과가 있다(Adiotomre 등 1990)는 것이다. 그러나 <Table 2>에 나타나 있듯이 쌀밥에 비해서도 조섬유소 양이 많지 않은 주박이 단지 섬유소 함량에 의해서만 장 내 통과시간을 단축시킨다고 할 수는 없으며, 이에 대한 추후의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 4. 혈청 생화학적 분석

실험식이 섭취 4주 후 희생시킨 쥐의 혈청 생화학적 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 당뇨 유발군의 경우 주박의 섭취가 혈청의 생화학적 성분에 어떠한 변화를 준 것으로는 보이지 않는다. 반면, 앞에 언급한 Tsutsui 등(1998)의 실험에서는 50%의 주박 분말 섭취에 의해 혈청 중성지방 농도가 감소하여 주박이 고단백이면서 혈중 지질을 저하시키는 식품으로 이용될 수 있음을 시사하였다. 이러한 차이는 본 실험에 사용한 주박이 분말상태가 아닌 약 65% 정도의 수분을 함유하고 있고, 사료에 첨가한 주박의 비율 또한 20%였으므로 쥐가 섭취한 생리활성물질의 양적 차이에 기



<Figure 2> Incremental blood glucose in STZ-induced diabetic rats fed normal diet with Takju lees (The values were expressed as the mean  $\pm$  SEM. \* Significantly different at  $p < 0.05$ )

<Table 5> Incremental area under the curve of postprandial glucose response of streptozotocin-induced diabetic rats

Group	AUC (mg · min/dL)
DC	17,256 $\pm$ 5,995 <sup>1)NS2)</sup>
DS	14,299 $\pm$ 4,385

1) The values were expressed as the mean  $\pm$  SEM.

2) Not significant

인하는 것으로 생각할 수 있으며, 이 부분에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 5. 주박 섭취한 당뇨 쥐에서의 혈당 저하 효과

12시간 절식시킨 당뇨 쥐에 포도당 용액을 경구투여 한 후 30분 간격으로 혈당의 변화를 조사한 결과를 <Figure 2>에 제시하였다. 혈당은 각 개체별로 측정하여 공복 시 혈당치를 뺀 혈당증가치(incremental blood glucose level)로 나타내었다. 혈당은 포도당 섭취 30분경과 후 최고 수준을 나타냈다. 주박을 섭취한 당뇨군(DS)의 혈당 증가량은 포도당 섭취 120분 후에서만 대조 당뇨군(DC)에

<Table 4> Levels of serum tryglyceride, total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, AST(GOT), ALT(GPT) and amylase in experimental rats

Group	TG (mg/dL)	Total chol. (mg/dL)	LDL-chol. (mg/dL)	HDL-chol. (mg/dL)	AST(GOT) (unit)	ALT(GPT) (unit)	Amylase (unit)
DC	123.9 $\pm$ 33.0 <sup>1)NS2)</sup>	425.5 $\pm$ 138.2 <sup>NS</sup>	121.0 $\pm$ 42.2 <sup>NS</sup>	29.9 $\pm$ 2.4 <sup>NS</sup>	138.0 $\pm$ 9.6 <sup>NS</sup>	39.8 $\pm$ 3.5 <sup>NS</sup>	2302 $\pm$ 339 <sup>NS</sup>
DS	195.9 $\pm$ 27.0	425.2 $\pm$ 105.1	123.3 $\pm$ 32.0	30.4 $\pm$ 1.4	136.3 $\pm$ 12.0	43.6 $\pm$ 5.5	2717 $\pm$ 259

1) The values were expressed as the mean  $\pm$  SEM.

2) Not significant

비해 유의적으로 낮은 수준을 나타내었으며, 유의적으로 낮은 혈당 수준을 나타내었으나 30분, 60분 및 90분의 혈당증가량도 비록 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 평균치에서의 차이를 보여 감소 경향을 나타내었다. 또한 주박을 투여한 당뇨군의 식후 혈당증가곡선의 면적(incremental AUC: Area Under the Curve)을 측정하였다 (Table 5). LeFloch 등(1990)은 total AUC에 비해 incremental AUC나 positive AUC는 식품에 대한 혈당 반응을 보다 정확하게 나타내 줄 수 있다고 하였다. 주박 투여군의 incremental AUC는  $17,256 \pm 5,995$  mg · min/dl로 대조 당뇨군의  $14,299 \pm 4,385$  mg · min/dl에 비해 낮았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

당뇨는 심혈관계 질환의 유병율을 증가시킨다는 것은 이미 잘 알려진 사실이며, 당뇨 환자에게 있어서 식후의 높고, 빠른 혈당의 증가(hyperglycemic spikes)는 심혈관계 합병증의 유발과 관련될지도 모른다는 많은 가능성성이 제시되고 있다(Ceriello 2005). 따라서 식후 혈당이 증가된 정도(AUC)는 당뇨의 합병증과 관련된 매우 중요한 요소이며, 주박의 섭취로 인한 혈당의 상승 억제 및 공복 시 혈당 수준으로의 빠른 회복은 이러한 면에서 당뇨의 개선과 관련한 긍정적인 측면을 제시한다고 볼 수 있다.

#### IV. 요약 및 결론

탁주로부터 분리된 주박은 식량이 부족했던 시기의 대체 식품의 역할을 담당했던 만큼 영양적인 면에서 밥에 못지 않은 우수한 식품임을 알 수 있었다. 또한 주박은 장 내용물의 통과 시간을 단축시켜 변비의 개선효과가 있음을 시사하였다.

한편, 주박을 섭취한 당뇨유발군의 경우 정상식이를 섭취한 당뇨군에 비해 포도당 경구투여 후 혈당 증가량이 감소하는 경향을 나타내었으며, 섭취 2시간 후 혈당에서는 유의차를 나타내어 일본의 청주 주박뿐만 아니라 우리나라 탁주의 주박 역시 식후 혈당 수준을 저하시키는 효과가 있음을 알 수 있었다.

이러한 연구를 시점으로 하여 앞으로 탁주 및 탁주 주박에 대한 다른 생리기능 활성에 대한 활발한 연구가 이루어져야 하며, 그 결과 탁주가 우리나라 대표 발효주로서의 위상을 지키고, 품질을 더욱 발전시켜나가는 계기가 마련되어야 할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2003년도 인천탁주 합동 제1공장과의 중소기업청 산·학·연 컨소시엄 사업 연구비 지원에 의하여 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

#### ■ 참고문헌

- 대한주류공업협회, 연도 및 주류별 출고 동향. <http://www.kalia.or.kr>
- 이한창. 1991. 발효식품학, 신광출판사. pp 122-177
- 통계청. 2004. 국세 통계 연보.
- 한국식품공업협회. 1999. 식품공전.
- 한국인 영양섭취기준. 2005. (사)한국영양학회.
- 瀧澤行雄. 1998. 酒粕の凄い特效. 宙出版. 東京. pp 15-90
- Adiotomre J, Eastwood MA, Edwards CA, Brydon WG. 1990. Dietary fiber :in vitro methods that anticipate nutrition and metabolic activity in humans. Am. J. Clin. Nutr., 52(1): 128-34
- Bang MA, Kim HA, Cho YJ. 2002. Hypoglycemic and antioxidant effect of dietary Hamcho powder in streptozotocin-induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31(5): 840-846
- Ceriello A. 2005. Postprandial hyperglycemia and diabetes complications :is it time to treat? Diabetes, 54: 1-7
- Cho SY, Park JW, Rhee C. 1998. Edible Films from Protein Concentrates of Rice Wine Meal. Korean J. Food Sci. Technol., 30(5): 1097-1106
- Gekkeikan Sake Co. LTD. 1993. JP Patent 294844A
- Ghosh R, Mukherjee B, Chatterjee M. 1994. A novel effect of selenium on streptozotocin-induced diabetic mice. Diabetes Res., 25: 165-171
- Jang MA, Lee KS, Seo JS, Choi YS. 2002. Effect of dietary supplementation of sea tangle extracts on the excretion of neutral steroids and bile acid in diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31(5): 819-825
- Japan Natural Lab. Co. LTD. 2004. JP Patent 346045 A0
- Jenkins DJ, Wolever TMS, Leeds AR, Gassull MA, Haisman P, Dilawari J, Goff DV, Metz GL, Alberti KG. 1978. Dietary fibres, fibre analogues and glucose tolerance :importance of viscosity. Br. Med. J., 27(1): 1392-1394
- Jeong JW, Park KJ. 2006. Quality Characteristics of Loaf Bread Added with Takju Powder. Korean J. Food Sci. Technol., 38(1): 52-58
- Junod A, Lambert AE, Orci L, Pictet R, Gonet AE, Renold AE. 1967. Studies of the diabetogenic action of streptozotocin. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 126(1): 201-205
- Lee KS, Kim DH. 1991. Effect of sake cake on the quality of low salted Kochuzang(in Korean). Korean J. Food Sci. Technol., 23(1): 109-115
- LeFloch JP, Escuyer P, Baudin E, Baudon D, Perlemeuter L. 1990. Blood glucose area under the curve. Methodological aspects. Diabetes Care, 13(2): 172-175
- Lim SJ, Jeong JG, Kim MW, Choi SS, Han HK, Park JE. 2003. Effects of Benincasa hispida intake on blood glucose and

- lipid level in streptozotocin induced diabetic rats. Korean J. Nutr., 36(4): 335-343
- Lim YS, Bae SM, Kim K. 2004. Production of Yeast Spores from Rice Wine Cake. Korean J. Microbiol. Biotechnol., 32(2): 184-189
- Nippon Shuzo Kumai Chiyuuoukai, 1998. JP Patent 146166
- Park HJ, 1997. Effects of chitosan treated with enzymatic methods on lipid and glucose metabolism in normal and diabetes mellitus rats. Masters degree thesis. Ewha Womans University. pp 8-10
- Rakieten N, Rakieten ML, Nadkarni MV. 1963. Studies on the diabetogenic action of streptozotocin. Cancer Chemother. Rep., 29: 91-8
- Saito Y, Wanezaki K, Kawato A, Imayasu S. 1994. Structure and activity of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides from sake and sake lees. Biosci Biotechno. Biochem., 58(10): 1767-1771
- Tsutsui N, Yamamoto Y, Iwami K. 1998. Protein-nutritive assessment of sake lees obtained by brewing from liquefied rice. J. Nutr. Sci. Vitaminol(Tokyo), 44(1): 177-186

---

(2006년 7월 25일 접수, 2006년 11월 14일 채택)