

## 막걸리 박 열수추출물의 혈당지수 및 제2형 당뇨 모델 동물에서 경구혈당내성에 미치는 영향에 관한 연구

이현숙<sup>1</sup> · 홍경희<sup>2</sup> · 윤철호<sup>3</sup> · 조우균<sup>4</sup> · 김순미<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>서울사회복지대학원대학교 스포츠산업학과, <sup>2</sup>(주)농심 R&BD 센터 연구개발실 건강기능기술팀,  
<sup>3</sup>선문대학교 공과대학 산업경영공학과, <sup>4</sup>가천의과학대학교 식품영양학과

### Glycemic Index and Oral Glucose Tolerance Test of *Takju* (Korean turbid rice wine) Lees Extract

Hyun Sook Lee<sup>1</sup>, Kyoung Hee Hong<sup>2</sup>, Cheolho Yoon<sup>3</sup>, Wookyoung Cho<sup>4</sup>, Soonmi Kim<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Sports Management, Seoul Social Welfare Graduate University

<sup>2</sup>NongShim R&BD Center, Health Food Technology Team

<sup>3</sup>Department of Industrial Engineering & Management, Sunmoon University

<sup>4</sup>Department of Food & Nutrition, Gachon University of Medicine and Science

### Abstract

*Takju* lees extract is expected to be a promising material for functional food. This study was conducted in order to assess the glycemic index (GI) of *Takju* lees extract and its effects in an oral glucose tolerance test (OGTT). The GI for *Takju* lees extract was evaluated with 10 healthy young adults (Male 5, Female 5). OGTT was conducted in 20 male *db/db* mice, fed on a diet containing 2% *Takju* lees extract for 4 weeks. Those animals were subjected to OGTT after one oral administration of *Takju* lees extract at 2 g/kg BW. The GI of the *Takju* lees extract was measured at 97.97. The effects of the *Takju* lees extract on the oral glucose tolerance test in *db/db* mice evidenced no differences as compared to the control group. In conclusion, *Takju* lees extract is a high GI material, and it has no effect on blood glucose levels in a type II diabetic animal model. Further studies will be required to confirm its anti-diabetic effects.

Key Words: *Takju* lees extract, glycemic index (GI), oral glucose tolerance test (OGTT)

### 1. 서 론

주박은 탁주(막걸리)나 약주를 빚은 후 술을 걸러내는 과정에서 생성되는 부산물이다. 누룩과 지에밥을 비벼서 담고 여기에 효모를 넣어 발효시키면 누룩에 번식한 미생물에 의해 생성된 효소의 작용으로 녹말과 단백질이 당과 아미노산으로 분해되고, 효모에 의한 알코올 분해가 동시에 일어나는데, 발효가 끝난 후 술을 여과하고 난 찌꺼기가 주박이다. 주박은 원료 쌀에 대하여 약 20% 정도가 얻어지며, 전분과 단백질 외에도, 섬유소, 무기질, 비타민, 알코올과 유기산, 효소, 효모 등의 영양성분을 다량 함유한 것으로 보고되었다(Cho 등 1998).

최근 소비가 급감하고 있는 국내 막걸리 산업(Korea National Statistical Office 2006)의 부흥을 위해서는 막걸리의 '건강기능성' 효과 증명 및 부산물인 주박의 효용성 입증의 필요성이 대두되었다. 이미 일본에서는 청주 주박에 대한 생리기능에 대한 연구가 활발히 수행되어, 그 결과 주

박이 당뇨, 고혈압, 골다공증, 뇌경색, 심근경색, 동맥경화, 알레르기, 미백에 효용성이 있음이 보고되어 이를 이용한 건강기능성 식품의 개발을 꾀하고 있다(Gekkeikan Sake Co. LTD, 1993; Saito 등 1994; Nippon Shuzo Kumai Chiyuuoukai 1998; Japan Natural Lab, Co. LTD, 2004). 이렇듯 주박은 이용가치가 높은 부산물임에도 불구하고 현재까지 이용분야를 찾지 못해 양돈 사료로 이용되거나 폐기하는 등 그 이용률은 적은 편이다. 현재 국내에서 보고된 탁주 주박에 대한 연구를 보면 막걸리 박을 이용한 국수(Kim 등 2007)와 고식이섬유 빵의 제조(Cho 1996), 탁주분말 또는 탁주 주박을 이용한 제빵 특성 및 제빵개량제의 제조(Jeong & Park 2006), 청주 박을 이용한 저식염 고추장의 양조(Lee & Kim 1991), 주박 첨가 약과의 특성(Kang 2006), 주박 단백질을 이용한 가식성 필름의 제조(Cho 등 1998), 주박을 이용한 효모포자의 생산(Lim 등 2004) 등에 대한 연구가 있을 뿐, 그 기능성에 대한 연구는 제1형 당뇨 쥐에서 주박의 혈당강하 효과를 본 연구(Kim 등

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

2006)뿐으로 아직 미흡한 편이다.

따라서 본 연구에서는 주박 추출물의 혈당지수를 측정하고, 또한 제2형 당뇨 모델 동물에서 주박 추출물이 경구 혈당 내성 검사(oral glucose tolerance test, OGTT)에 미치는 영향을 살펴봄으로써 주박 추출물의 혈당강하용 기능성식품 소재로의 이용 가능성을 검증하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 주박 열수추출물의 혈당지수 (glycemic index) 측정

#### 1) 연구대상 및 시험재료

본 실험은 2005년 10월 4일부터 11월 2일까지 총 5주에 걸쳐 건강한 성인 남녀 각각 5명(평균나이: 남 20.4세, 여 21.4세)을 대상으로 하였다. 피험자는 GOT, GPT, 콜레스테롤, 그리고 혈당 항목에 대한 스크리닝 테스트를 통해 각각 GOT 남 37 unit 이하/여 31 unit 이하, GPT 남 40 unit 이하/여 31 이하, 총콜레스테롤 200 mg/dL 이하, 공복 혈당 110 mg/dL 이하인 사람으로 선정하였다.

피험자에게 100% 식용 포도당 50 g을 표준식품으로, 주박 열수추출물을 시험물질로 하여 혈당지수를 측정하였다. 주박 열수추출물은 2차 압착과정에서 제거된 주박을 인천탁주로부터 제공받아 3배의 증류수로 희석하여 90°C에서 4시간 추출한 후 저온에서 침전시킨 상등액을 취하여 동결건조시켜 사용하였다. 이 주박 열수추출물의 성분은 <Table 1>에 나타낸 바와 같으며, 50 g 포도당과 동일한 양의 탄수화물을 포함하는 84,033 g을 시험물질로 사용하였다.

#### 2) 혈당지수 측정

피험자는 실험 전날 금주하고 실험 전까지 12시간 이상 금식하도록 하였다. 피험자의 혈당 안정도를 확인하기 위해 실험 30분 전과 0분에 혈당을 측정하여 차이가 5 이하인 경우에 한하여 식품의 섭취를 시작하게 하였다.

혈당은 4주에 걸쳐 1주일 간격으로 총 4회(표준 식품 2회, 주박 추출물 2회)에 걸쳐 측정하였다. 연구 대상자에게 포도당 50 g 혹은 주박 열수추출물 84,033 g을 섭취시킨 후 섭취 시작 0분을 시작으로 15, 30, 45, 60, 90, 120분 간격으로 혈당을 측정하였다. 혈당은 Accu-chek (Roche, Swiss)을 사용하여 측정하였다.

<Table 1> Proximate compositions of *Takju* lees extract

Energy (kcal/100 g)	321.4
Moisture (%)	3.7
Crude protein (%)	16.8
Crude lipid (%)	1.8
Crude carbohydrate (%)	77.0
Crude soluble fiber (%)	3.6
Crude insoluble fiber (%)	13.9
Crude Carbohydrate-crude fiber (%)	55.9

혈당지수는 공복시 혈당을 기준점으로 하여 포도당 또는 주박 열수추출물을 섭취 한 후 120분까지의 혈당상승면적을 Incremental AUC (area under the curve) 방법으로 측정하여 주박 열수추출물의 혈당상승면적을 포도당의 혈당상승면적으로 나눈 백분율로 산출하였다 (Brouns 등 2005).

### 2. 주박 열수 추출물의 경구혈당내성검사(OGTT)

#### 1) 실험동물의 사육

제 2형 당뇨 모델 동물인 5주령의 수컷 *db/db* mouse 20마리를 중앙실험동물(주)로부터 구입하여 일반 사료로 사육하면서 2주간 적응시킨 후 체중에 따른 난괴법을 이용하여 2군으로 나누었다. 실험동물에게 주박 열수추출물을 2%가 되도록 AIN-93 사료(Reeves 등 1993)에 혼합하여 4주간 섭취시켰다. 실험동물은 사육 상자 당 5마리씩 넣어 사육하였고, 물과 사료는 자유 섭취 시켰으며, 온도와 습도는 각각 20°C와 50%를 유지하였고, 명암은 12시간 간격으로 점등 및 소등하였다.

#### 2) OGTT

실험동물에게 0 또는 2,000 mg/kg 농도의 주박 열수추출물을 단회 강제 경구투여한 후 OGTT 실험을 실시하였다. 즉 실험동물에게 주박 열수추출물을 투여한 후 90분 후에 2 g/kg/10 mL의 포도당 용액을 투여하고 0, 15, 30, 60, 90, 120, 240분 후에 미정맥에서 채혈하여 혈당측정기 (Accu-chek active, Roche, Germany)로 혈당을 측정하여 대조군의 수치와 비교하였다.

### 3. 자료처리

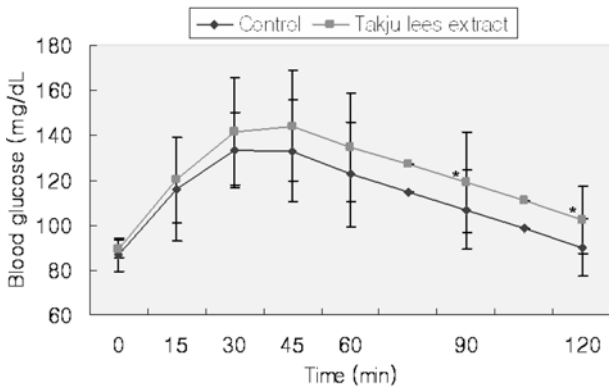
실험결과는 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 각 군의 평균과 표준편차를 구하였다. 대조군과 주박 열수추출물 섭취군 간의 평균값 차이는 t-test로  $\alpha=0.05$  수준에서 유의성을 검정하였다.

## III. 결과 및 고찰

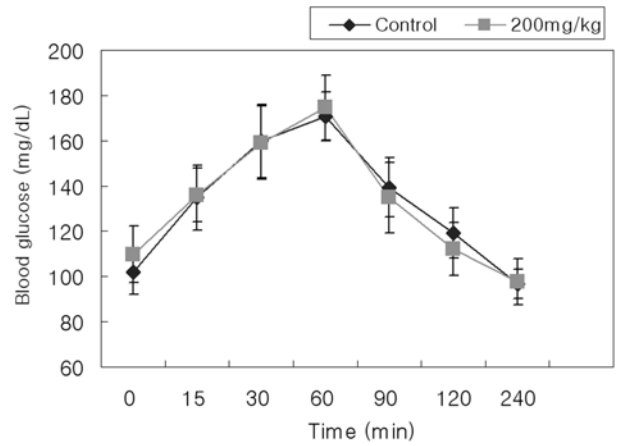
### 1. 주박 열수추출물의 혈당지수

피험자에게 50 g의 포도당 또는 이에 해당하는 주박 열수추출물을 섭취시킨 후 측정된 혈당의 변화는 <Figure 1>에 나타낸 바와 같이 주박 열수추출물 섭취한 사람의 90분과 120분 후 혈당치가 표준용액을 섭취한 경우의 혈당치에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다.

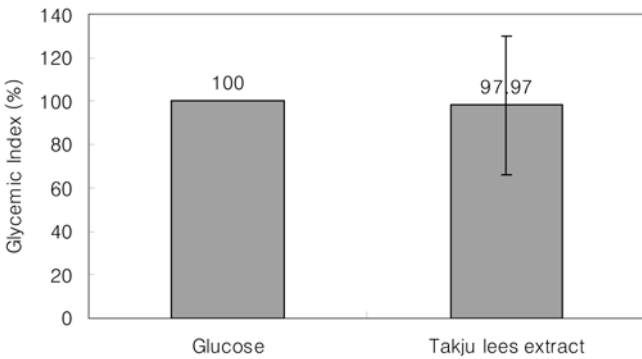
본 연구에서는 혈당지수 측정을 위해 incremental AUC를 측정하였다. LeFolch 등(1990)은 total AUC에 비해 incremental AUC가 식품에 대한 혈당 반응을 보다 정확하게 나타낼 수 있다고 하였다. 주박 추출물의 incremental AUC는  $2222.57 \pm 899.59$  mg · min/dL로 표준 식품(50 g 포도당)의  $2268.65 \pm 887.95$  mg · min/dL와 유의적인 차



<Figure 1> Serum glucose response to the glucose and *Takju* lees extract. \* p<0.05



<Figure 3> Effects of *Takju* lees extract on the oral glucose tolerance test in *db/db* mouse.



<Figure 2> Glycemic Index of *Takju* lees extract.

이가 없었다. 즉 이로 계산한 주박 추출물의 혈당지수는 97.97로서 고혈당지수(high glycaemic index) 제품(원료)에 해당되는 것으로 나타났다(Figure 2). 이는 주박추출물에 함유되어 있는 대부분의 탄수화물이 포도당으로 완전 분해되어 흡수된다는 것을 의미한다. 주박추출물은 미생물 발효를 통해 탄수화물의 분해도가 높아져 섭취 시 혈당 상승을 유발한 것으로 판단된다. 따라서 주박 추출물의 혈당 강하소재의 확인을 위해서는 높은 비율의 탄수화물 함량을 낮추는 작업이 선행되어야 할 것으로 보인다.

2. *db/db* mouse에서 주박 열수추출물의 경구 혈당 내성 검사(OGTT)

제 2형 당뇨병 모델인 *db/db* mouse에 4주간 주박 열수추출물을 섭취시킨 후 OGTT를 실시하여 주박 열수추출물이 제2형 당뇨병 환자의 혈당 조절에 도움이 되는지 살펴보았다. 그 결과 (Figure 3)에서 보는 바와 같이 주박 추출물 투여는 2 g/kg/10 mL의 포도당 용액투여에 따른 혈당 변화에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 제1형 당뇨병 모델에서 주박섭취가 혈당을 감소시켰던 것(Kim 등 2006)과는 다른 결과이다. 이것이 당뇨병 유형에 따른 차이인지, 또는 주박과 주박 추출물 간의 차이인지, 또는 주박 추출방법에 따른 차이인지에 대해서는 추후 보충 연구가 필요할 것으로 본다.

IV. 요약

본 연구는 주박 열수추출물의 혈당지수를 알아보고, 제2형 당뇨병 모델에서 주박 열수추출물의 투여가 혈당 경구 내성 검사에 영향을 미치는지 살펴보았으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 건강한 성인 남녀 10명을 대상으로 50 g의 포도당을 표준 식품으로 하여 주박 열수추출물의 혈당지수를 incremental AUC를 통해 측정한 결과 주박 열수추출물의 혈당지수는 97.97로서, 주박 열수추출물은 고혈당지수 식품에 속하는 것으로 나타났다.

2. 제2형 당뇨병 모델인 *db/db* mouse를 4주간 2% 주박 열수추출물 함유 식이로 사육한 후 2 g/kg의 주박열수추출물을 단회 경구 투여한 다음 2 g/kg/10 mL의 포도당 용액 섭취 후 OGTT를 한 결과 혈당 수준이 대조군과 비교하여 유의적인 차이가 없었다.

결론적으로, 본 연구에서 주박 열수추출물은 고혈당 식품으로 판명되었고, 제2형 당뇨병 모델에서 혈당조절 효과가 입증되지 않았으므로 주박을 항당뇨 기능성 소재로 사용하는 것은 좀 더 추가연구를 해 본 후 신중하게 결정해야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2004-2005년도 인천탁주 합동 제1공장과의 중소기업청 기술혁신전략과제의 연구비 지원에 의하여 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

■ 참고문헌

Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, Wolever TMS. 2005. Glycaemic index methodology. *Nutr. Res. Rev.*, 18:145-171.

- Cho MK, Lee WJ. 1996. Preparation of high-fiber bread with soybean curd residue and Makkolli (rice wine) residue. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 25(4):632-636.
- Cho SY, Park JW, Rhee C. 1998. Edible films from protein concentrates of rice wine meal. Korean J. Food Sci. Technol., 30(5):1097-1098.
- Gekkeikan Sake Co. LTD. 1993. JP Patent 294844A.
- Japan Natural Lab. Co. LTD. 2004. JP Patent 346045 A0.
- Jeong JW, Park KJ. 2006. Quality Characteristics of Loaf Bread Added with *Takju* powder. Korean J. Food Sci. Technol., 38(1):52-58.
- Kang HJ. 2006. Physiochemical characteristics of Yackwa added rice wine cake during storage. Master's thesis, Sungshin Women's University.
- Kim SM, Cho WK. 2006. Effect of *Takju* (Korean turbid rice wine) lees on the serum glucose levels in Streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J. Food Culture, 21(6):638-643.
- Kim SM, Yoon CH, Cho WK. 2007. Quality characteristics of noodle with *Takju* (Korean turbid rice wine) lees. Korean J. Food Culture, 22(3):359-364.
- Korea, National Statistical Office. 2006. Statistical Yearbook of National Tax.
- 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):109-113.
- 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.
- 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(11):1939-1951.
- 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. Biotechnol. Biochem., 58(10):1767-1771.

---

(2008년 9월 19일 신규논문접수, 10월 17일 수정논문접수, 10월 17일 채택)