

## 저지방 무설탕 쿠키의 제조와 혈당 강하 효과

박선민\* · 김영순 · 윤인철 · 서은혜 · 고병섭<sup>1</sup> · 최수봉<sup>2</sup>  
호서대학교 자연과학대학 식품영양학과, <sup>1</sup>한의학 연구소 검사사업부  
<sup>2</sup>건국대학교 의과대학 내과학

### Development and Hypoglycemic Effect of Low-fat and Sugar-free Cookie

Sunmin Park\*, Young Soon Kim, In Chul Yoon, Eun Hae Seo  
Byoung-Seob Ko<sup>1</sup> and Soo Bong Choi<sup>2</sup>

Department of Food and Nutrition, College of Natural Science, Hoseo University

<sup>1</sup>Division of Quality Assurance, Korea Institute of Oriental Medicine

<sup>2</sup>Department of Internal Medicine, College of Medicine, KonKuk University

Low-fat and sugar-free (LFSF) cookies were developed for patients with metabolic syndrome X, such as obesity, diabetes, coronary heart disease, and hypertension, using artificial sweeteners (mixture of aspartame and saccharin), pectin and herb extracts such as Polygonatum Odoratum (Mill) Druce, Schizandrae Fructus and Lycii Fructus, without sugar and fats. LFSF cookies were composed of 7.5 : 1 of aspartame and saccharin, 5% pectin, 49% protein, and 5% herb extracts, with reduced fat level. The values for area under the curve in oral glucose tolerance tests were significantly lower in 90% pancreatectomized - (Px, n = 8) and sham - operated (Sham, n = 8) rats which consumed LFSF cookies, than the control, which consumed regular cookies. Blood glucose levels were higher and the peak levels were significantly lower in the LFSF cookie group than the control group of Px and Sham rats. Blood glucose levels of healthy female college students (n = 10) at 30 and 60 min after the consumption of 30 g LFSF and regular cookies were not different, but they were significantly lower in the LFSF-cookie group in diabetes patients (n = 10). In conclusions, LFSF cookie was considered as a good snack for diabetic patients.

**Key words:** low-fat sugar-free cookies, aspartame, saccharin, Polygonatum Odoratum (Mill) Druce, 90% pancreatectomized rats

## 서 론

우리나라의 사회경제가 발전하면서 현대인의 식생활 양식이 바뀌어 동물성 식품의 섭취 증가와 함께 식물성 식품의 섭취가 감소하고, 이로 인해 동맥 경화, 고혈압, 당뇨병 등 성인병 유발 빈도가 날로 심각하게 증가하고 있다<sup>(1)</sup>. 당뇨병을 비롯한 성인병의 원인은 아직 확실하게 밝혀지지 않았는데, 성인병 중에서도 당뇨병의 발병률은 점점 증가하고 있어 그 유병률이 전체 인구의 8% 이상인 것으로 알려져 있다. 특히 인구의 고령화가 되면서 노인에서 당뇨병 발생률이 상당히 높아지고 있다.

지금까지 알려진 바로는 당뇨병, 비만, 심혈관계질환은 모두 인슐린 저항성과 밀접하게 연관되어 있는 질병이다. 인슐

린 저항성의 증가는 세포내로의 포도당 이동과 세포의 포도당 이용에 이상을 일으켜 혈당을 상승시켜 당뇨병의 유발을 일으킬 수 있고, 체내의 전체적인 열량 대사의 균형을 깨뜨려 비만을 유발시키기도 하며, 지방 대사에 이상을 일으켜 혈중 콜레스테롤이나 중성 지방의 농도를 증가시키고 이것이 혈관 벽에 축적되어 이로 인해 심혈관계 질환의 발생을 증가시키기도 한다. 이와 같은 성인병은 인슐린 작용이 저하되어 인슐린 저항성이 증가하는 것과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려졌다<sup>(2,3)</sup>. 아직까지 인슐린 저항성을 저하시키는 원인이 무엇인지는 밝혀지지 않았지만, 과다한 지방 섭취와 과다한 설탕이나 과당 섭취가 직접적인 관련이 있는 것으로 보고되었다<sup>(4-7)</sup>.

실험동물에서 인슐린 저항성을 상승시켜 당뇨병을 유발시키는 방법 중의 하나는 총열량의 40%를 과당이나 설탕으로 공급하는 것이다. 즉 과다한 단순당의 섭취는 근육의 포도당 이용을 감소시켜 혈중 포도당의 근육으로의 이동을 감소시키고 근육 세포내의 글리코겐 합성 효소(glycogen synthase)의 활성 및 글리코겐의 저장량을 감소시킴으로써 근육과 같은 말초 조직에서의 인슐린 저항성을 증가시켜 당뇨병을 유

\*Corresponding author : Sunmin Park, Food and Nutrition, Hoseo University, Sechul-Ri, Asan-Si, ChungNam-Do 336-795, Korea  
Tel: 82-41-540-5345  
Fax: 82-41-548-0670  
E-mail: smpark@office.hoseo.ac.kr

발시킨다<sup>4)</sup>. 그러므로 설탕이나 과당의 과다한 섭취는 당뇨병의 유발과 관련이 있으므로 지나치게 많이 섭취하는 것은 바람직하지 않다고 할 수 있다.

당뇨병 치료로는 경구혈당 강하제의 복용이나 지속형 인슐린 투여와 식사 요법이 주로 사용되어 왔으며, 당뇨병의 식사 관리 방법으로는 혈당의 급격한 상승을 방지하기 위해서 1회에 섭취량을 소량으로 하고 식사와 식사 사이에 간식을 섭취하도록 권장하고 있다. 그러나, 우리가 쉽게 접하는 간식의 대부분은 오히려 식사보다 혈당을 더욱 급격하게 상승시키는 것들이어서 오히려 당뇨병의 악화를 조장할 수 있다. 따라서 인슐린 저항성을 감소시키면서 혈당의 상승을 방지할 수 있는 식품, 특히 간식 제품 개발의 필요성이 부각되었다. 외국에서는 이미 여러 가지 무설탕 제품이 판매되어 당뇨병 환자들도 자유롭게 무설탕이지만 단맛을 지닌 간식을 섭취하고 있다.

또한, 비만으로 인한 질병이 급속하게 증가하고, 미용에 신경을 쓰는 인구가 증가하면서 저지방 식품에 대한 관심이 증가하고 있고, 미국을 비롯한 서구에서는 저지방 제품이 많이 판매되고 있다. 외국에서 저지방 식품의 선두 주자이었던 저지방 우유의 판매가 최근 우리나라에서도 시판되고 있으므로 앞으로 점차 저지방 식품의 선호도가 증가할 것으로 여겨진다. 그러므로 우리나라에서도 당뇨병 환자들이 자유롭게 간식을 섭취할 수 있도록 혈당을 급격하게 상승시키지 않는 저지방 저칼로리의 간식 개발이 필요하겠다. 본 연구의 목적은 당뇨병 환자 뿐 아니라 비만, 동맥경화증을 비롯한 대사성 X 증후군(metabolic syndrome X)을 가지고 있는 사람들에게 적절한 간식으로, 무설탕이고 지방 함량이 낮고 식이 섬유소인 펙틴과 한약재인 둥굴레 뿌리, 오미자 및 구기자 열수 추출물이 함유된 저칼로리이면서 섭취 후 혈당의 상승이 적은 쿠키를 개발하는 것이다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

둥굴레 뿌리, 오미자, 구기자 농축액은 가열기(heating mantle)에서 80°C로 둥굴레 뿌리(Polygonatum Odoratum(Mill) Druce), 오미자(Schizandrae Fructus) 그리고 구기자(Lycii Fructus)를 각각 50 g씩 물 2L에 3시간 동안 열수 추출하였다. 추출한 후 여과하고 회진식 증발 농축기(Buchi, Germany)로 용매를 증발시키고 남은 것을 냉동 건조기에 넣어 완전히 건조한 후 밀봉하여 -20°C 냉동고에 사용할 때까지 보관하였다. 쿠키 제조에는 박력분(제일제당, 서울), 쇼트닝(웰가, 성남), 마가린(동서식품, 서울), 탈지분유(희창유업, 수원)를 사용하였다. 식이 섬유소의 급원으로 펙틴(케이 에프텍 화이버, 서울)을 쿠키 반죽에 사용하였고, 인공감미료는 사카린(뉴슈가, 오투기표 제품, 서울)과 아스파탐(화인스위트, 제일제당, 서울)을 중량비로 배합하여 사용하였다.

### 저지방 무설탕 쿠키 제조

쿠키의 일반 조리법<sup>5)</sup>을 변형하여 저지방 무설탕 쿠키를 제조하였는데 지방 함량을 일반 쿠키에 비해 33% 만큼 감소시켰고, 설탕을 대신하여 인공감미료로 첨가하였다(Table

**Table 1. Formulation of low-fat and sugar-free and control cookies**

	Low-fat and sugar-free <sup>1)</sup> cookie	Control cookie
All purpose flour	40.6	42.7
Shortening	4.8	8.5
Margarine	10.2	15.0
Eggs	17.8	17.1
Fat-free milk powder	9.4	1.3
Salt	0.2	0.4
Sugar	-	15.0
Mixture of aspartame and saccharin	6.6	-
Baking powder	0.4	-
Pectin	5.0	-
Herb extracts	5.0	-

(Unit:%)

<sup>1)</sup>The low-fat and sugar-free cookies containing 7.5:1 of aspartame and saccharin, 5% pectin and 5% herbs.

1). 인공감미료, 펙틴량과 첨가한 한약재의 종류에 따른 저지방 무설탕 쿠키의 선호도를 조사하였다. 쿠키 제조시 고려한 항목은 a) 인공감미료인 아스파탐과 사카린의 비를 달리하여 아스파탐과 사카린의 중량비가 5:1, 7.5:1, 그리고 10:1로 하는 것, b) 수용성 식이 섬유소를 첨가하기 위해서 펙틴을 전체 중량의 0%, 5% 및 10%로 그 첨가량을 달리 한 것, c) 둥굴레 뿌리, 오미자, 그리고 구기자 열수 추출 건조물을 각각 전체 중량의 5% 첨가한 것이었다. 이러한 여러 가지 조건에 따라 제조한 쿠키 중에서 가장 선호도가 높은 저지방 무설탕 쿠키를 관능검사를 통해 선정하였다.

### 저지방 무설탕 쿠키의 관능평가

저지방 무설탕 쿠키는 인공감미료의 배합비, 펙틴 첨가량과 한약재 추출물 첨가에 따라 3단계로 나누어 제조하였고, 각 단계별로 관능검사를 하였다. 관능 검사의 대학생 패널은 여학생 10 명을 고정 패널로 선정하여 관능검사에 대한 훈련을 시킨 후 대조군과 3 개의 실험군을 섭취하게 한 후 쿠키의 색, 향, 질감, 단맛, 전체적인 만족도 등 5 개 항목으로 나누어 각 항목을 5 점 점수법으로 평가하였다<sup>6)</sup>. 관능 검사의 평가는 대조군을 포함한 시료군들에 각각 점수를 매겨 각 점수들을 비교하여 선호도를 비교하는 다시료 비교법을 사용하였다. 5점 평가법으로 계산하기 위해서 패널들이 각 항목에 대한 평가를 “매우 나쁨”은 1, “나쁨”은 2, “보통”은 3, “좋음”은 4, “매우 좋음”은 5로 기록하도록 하였다. 당뇨병 환자의 관능검사 패널로는 건국대학교 당뇨병 센터에 입원한 제2형 당뇨병 환자 10명을 대상으로 관능검사에 대한 훈련을 시킨 후 대학생에서 조사한 것과 같은 방법으로 관능검사를 실시하였다.

먼저 아스파탐과 사카린을 중량비로 5:1, 7.5:1, 그리고 10:1에 따라 쿠키를 제조하여 여자 대학생을 대상으로 관능평가를 하였다. 배합비중 가장 평가가 좋은 것을 사용하여 펙틴을 전체 중량의 0%, 5% 및 10% 씩 첨가하여 쿠키를 만들고, 관능 평가를 실시하였다. 인공감미료의 배합비와 펙

틴 첨가량 중 가장 관능평가가 높은 것을 선택하여 5% 등굴레 뿌리, 오미자, 구기자 열수 추출 건조물을 첨가한 쿠키를 만들어 관능검사를 하였다. 이러한 일련의 과정을 거쳐서 선정된 쿠키를 가지고 당뇨병 환자의 패널로부터 관능검사를 하여 선호도가 가장 높은 쿠키를 제조하였다.

### 저지방 무설탕 쿠키의 혈당 강하 효과

저지방 무설탕 쿠키 중 관능검사서 좋은 평가를 받은 아스파탐과 사카린 중량비 7.5:1, 펙틴 5%, 등굴레 뿌리 추출 건조물 5%를 넣어 제조된 저지방 무설탕 쿠키의 혈당 강하 효과를 실험동물과 사람에서 조사하였다.

실험동물에서 당뇨병 모델은 제2형 당뇨병과 유사한 특성을 나타내는 90% 췌장을 제거한 pancreatectomized(Px) 흰쥐, 그리고 정상 대조군으로 sham 수술을 한 흰쥐를 사용하였다. 90% Px 흰쥐는 200.5 ± 10.4 g인 스톡 Sprague Dawley 흰쥐를 마취하여 Howorka 방법<sup>(10)</sup>으로 췌장의 90%를 제거한 후 식사 2시간 후 혈당이 12.0 mmol/L 이상인 흰쥐 8마리로 정하였다. 201.7 ± 9.8 g인 스톡 Sprague Dawley 흰쥐 8마리를 Sham 수술하여 대조군으로 정하였다. Px 흰쥐와 Sham 흰쥐는 모두 각각 저지방 무설탕 쿠키와 일반 쿠키 1g을 경구 투여한 후 경구 내당 검사를 하였다. 즉, 당뇨 흰쥐와 정상 흰쥐를 각각 4마리씩 두 팀으로 나누고, 한 팀은 대조군(일반 쿠키)을 먼저 급여한 후 경구 내당 검사를 하고 그 다음날 다시 음식을 시킨 후 쿠키의 종류를 바꾸어 저지방 무설탕 쿠키를 공급한 후 경구 내당 검사를 하였다<sup>(11)</sup>. 다른 팀은 순서를 반대로 하여 첫날 저지방 무설탕 쿠키를 섭취하고 다음날 일반 쿠키를 공급하였다. 결국 저지방 무설탕 쿠키와 일반 쿠키를 섭취한 당뇨 흰쥐와 정상 흰쥐의 수는 각각 8 마리이었다. 경구 내당 검사한 결과로부터 혈당 반응곡선 아래의 면적(glucose area under the curve, GAUC)의 값은 Trapezoid 방법으로<sup>(12)</sup> 계산하였고, 이것은 3시간 동안의 혈당의 합을 분당 변화로 나타낸 값이다. 하룻밤 음식을 한 흰쥐에게 체중 kg당 2g 쿠키를 섭취시키기 전과 섭취시킨 후 일정 간격으로 3시간 동안 꼬리에서 혈액을 채취하여 원심 분리기(비전과학, 수원)로 혈장을 분리하여 Glucose Analyzer 2(Beckman Coulter, NY)로 혈당을 측정하였다.

건강한 여대생 10명과 당뇨병 환자 10명을 선정하고 이들을 대상으로 저지방 무설탕쿠키와 일반 쿠키가 혈당에 미치는 영향을 조사하기 위해서 이들을 각각 두 팀으로 나누어 5명은 실험 첫날 공복에 시료 쿠키 30g을 섭취하기 전에 혈당을 측정하고 쿠키를 섭취한 지 45분과 90분에 혈당을 측정하였다. 다음날에는 전날과 마찬가지로 공복에 일반 쿠키를 30g 섭취한 후 혈당을 측정하였다. 나머지 5명은 반대로 실험 첫날 공복에는 먼저 일반 쿠키 30g을 섭취하고, 다음날에는 시료 쿠키를 섭취하였다. 실험 대상으로 선정된 당뇨병 환자는 경구혈당강화제를 복용하거나 인슐린을 투여하여 공복 혈당을 8.4 ± 1.1 mmol/L로 조절하고 있었다. 이 당뇨병 환자들도 건강한 여대생과 같은 방법으로 저지방 무설탕 쿠키와 일반 쿠키를 섭취한 후 혈당 변화를 측정하였다.

### 통계 처리

대조군과 3 개의 실험군으로 통계적 유의성은 One-way

ANOVA를 실시한 후, 각 군사이의 차이는 다중 비교법(multiple comparison) 중의 하나인 Tukey test로 검증하였다<sup>(13)</sup>. 대조군과 실험군의 두 군 사이에 통계적 유의성은 two sample t-test로 검증하였고, 각 군의 섭취 전과 후 사이의 차이는 paired t-test로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 저지방 무설탕 쿠키의 영양 성분

저지방 무설탕 쿠키와 일반 쿠키의 영양 성분 비교표는 Table 2와 같다. 저지방 무설탕 쿠키는 설탕을 대신하여 인공감미료인 아스파탐과 사카린을 혼합하여 사용하였고, 지방량을 감소시킨 대신 단백질 함량을 증가시키고, 식이 섬유소인 펙틴을 첨가시켰다. 이렇게 개발한 저지방 무설탕 쿠키의 영양가는 기존의 쿠키보다 열량, 단순당, 지방 함량이 현저하게 낮았고, 단백질 함량은 높았다. 특히, 저지방 무설탕 쿠키의 영양성분은 펙틴의 첨가량에 따라 차이가 있어 펙틴을 0, 5 그리고 10% 첨가하였을 때 식이섬유소인 펙틴 첨가량이 증가할수록 열량과 지방 함량이 낮아졌다.

### 저지방 무설탕 쿠키의 관능검사

예비 연구에서 저지방 쿠키는 지방은 45% 감소시키고 단백질은 49% 증가시켰을 때 일반 쿠키와 맛, 질감, 향 등에

**Table 2. Nutritional components of the preferred low-fat and sugar-free added with pectin and control cookies** (unit: %)

Components	Pectin <sup>1)</sup>			Control cookie
	0%	5%	10%	
Calorie (kcal/100g)	341	325	303	420
Complex carbohydrates	42.2	40.6	39.4	32.8
Simple sugar	-	-	-	14.9
Dietary fiber	1.1	5.6	10.1	1.1
Protein	11.6	11.1	10.7	6.7
Fat	15.5	14.8	14.1	22.6

<sup>1)</sup>The low-fat and sugar-free cookies containing 7.5:1 of aspartame and saccharin, and 5% herb extracts were added with 0%, 5% and 10% pectin.

**Table 3. Results of sensory evaluation of low-fat and sugar-free cookies made of different ratio of artificial sweeteners (aspartame and saccharin) in healthy female college students**

Sensory parameters (n=10)	aspartame : saccharin <sup>1)</sup>			Control cookie
	5:1	7.5:1	10:1	
Color	3.7 ± 0.9 <sup>233)</sup>	3.7 ± 0.8	3.6 ± 0.7	3.9 ± 0.7
Flavor	3.5 ± 0.6	3.6 ± 0.7	3.2 ± 0.8	3.9 ± 0.8
Smoothness	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.8	3.7 ± 0.6	3.9 ± 0.8
Sweetness	3.0 ± 0.7 <sup>b</sup>	3.9 ± 0.8 <sup>a</sup>	3.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	3.5 ± 0.6 <sup>a</sup>
Overall preference	3.1 ± 0.8 <sup>b</sup>	3.8 ± 0.7 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.7 <sup>ab</sup>	3.5 ± 0.6 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Ratio of aspartame and saccharin was used for artificial sweetener for low-fat and sugar-free cookie.

<sup>2)</sup>Mean ± S.D.

<sup>3)</sup>5 scale evaluation: 1, very bad; 2, bad; 3, average; 4, good; 5, very good.

<sup>a,b</sup>Values on the same row with different superscripts were significantly different at p < 0.05.

**Table 4. Results of sensory evaluation of low-fat and sugar-free cookies supplemented with pectins in healthy female college students**

Sensory parameters (n=10)	Pectin <sup>1)</sup>			Control cookie (n=10)
	0%	5%	10%	
Color	3.7 ± 0.6 <sup>2)3)</sup>	3.8 ± 0	3.7 ± 0.6	3.9 ± 0.6
Flavor	3.7 ± 0.8	3.9 ± 0	3.9 ± 0.8	3.9 ± 0.8
Smoothness	3.8 ± 0.7 <sup>a</sup>	3.7 ± 0 <sup>a</sup>	2.9 ± 0.6 <sup>b</sup>	3.9 ± 0.7 <sup>a</sup>
Sweetness	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0	3.6 ± 0.6	3.5 ± 0.6
Overall preference	3.8 ± 0.6 <sup>a</sup>	3.8 ± 0 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.8 <sup>b</sup>	3.7 ± 0.8 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Low-fat and sugar-free cookies with 7.5 : 1 of the ratio of aspartame and saccharin were supplemented with 0, 5 and 10% of pectin by weight.

<sup>2)</sup>Mean ± S.D.

<sup>3)</sup>5 scale evaluation is the same as scales in the Table 3.

a,b Values on the same row with different superscripts were significantly different at p < 0.05.

**Table 5. Results of sensory evaluation of low-fat and sugar-free cookies supplemented with different herbs in healthy female college students**

Sensory parameters (n=10)	POD <sup>1)</sup>	LF	SF	Control cookie
Color	3.7 ± 0.8 <sup>2)3)</sup>	3.7 ± 0.6	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.7
Flavor	3.7 ± 0.6	3.7 ± 0.8	3.7 ± 0.7	3.8 ± 0.7
Smoothness	3.8 ± 0.8	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.8	3.8 ± 0.8
Sweetness	3.9 ± 0.6	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.7	3.5 ± 0.6
Overall preference	3.8 ± 0.9	3.7 ± 0.7	3.8 ± 0.7	3.7 ± 0.7

<sup>1)</sup>Low-fat and sugar-free cookies with 7.5 : 1 of the ratio of aspartame and saccharin and 5% pectin were supplemented with 5% of Polygonatum Odoratum (Mill) Druce (POD), Lycii Fructus (LF) or Schizandriae Fructus (SF) by weight.

<sup>2)</sup>Mean ± S.D.

<sup>3)</sup>5 scale evaluation is the same as scales in the Table 3.

차이가 없이 가장 좋은 관능 평가 점수를 받았으므로, 이러한 조성의 저지방 쿠키를 만들었다. 설탕 대용으로 사용한 인공감미료는 아스파탐과 사카린을 5 : 1, 7.5 : 1과 10 : 1로 혼합하여 저지방 무설탕 쿠키를 제조하였다. 이 두 종류의 인공 감미료를 혼합하여 사용한 이유는 아스파탐은 고온에서 파괴되어 단맛이 많이 감소하고, 사카린은 고온에서는 안정적이거나 사용량이 많으면 뒷맛이 쓰기 때문이다. 이 두 인공 감미료를 적당하게 혼합 사용하여 과자를 구웠을 때 단맛이 없어지지 않으면서 뒷맛이 쓰지 않은 혼합비를 찾기 위해서 아스파탐과 사카린의 비를 5 : 1, 7.5 : 1 그리고 10 : 1로 혼합하여 저지방 무설탕 과자를 만들어 건강한 여학생을 대상으로 관능검사를 하였다. 아스파탐과 사카린의 비가 7.5 : 1일 때 가장 좋은 선호도를 보였다(Table 3).

인공감미료인 아스파탐과 사카린은 설탕보다 각각 감미도가 180배와 300배 높기 때문에<sup>(14)</sup> 인공감미료를 사용할 때는 감소한 부피를 증가시키기 위해서 부용제를 사용해야 한다. 본 연구에서 이 부용제로 사용한 것은 혈당을 감소시키는 기

**Table 6. Results of sensory evaluation of cookies supplemented with artificial sweetener, pectin and Polygonatum Odoratum (Mill) Druce in diabetic patients**

Sensory parameters (n=10)	S1 <sup>1)</sup>	S2 <sup>2)</sup>	S3 <sup>3)</sup>	Control cookie
Color	3.8 ± 0.7 <sup>4)5)</sup>	3.7 ± 0.8	3.7 ± 0.7	3.9 ± 0.8
Flavor	3.7 ± 0.6	3.6 ± 0.8	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.7
Smoothness	3.8 ± 0.5	3.7 ± 0.6	3.7 ± 0.8	3.9 ± 0.6
Sweetness	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.5	3.8 ± 0.7	3.6 ± 0.7
Overall preference	3.8 ± 0.8	3.7 ± 0.8	3.8 ± 0.7	3.8 ± 0.7

<sup>1)</sup>S1: Low-fat and sugar-free cookie with 7.5 : 1 of the ratio of aspartame to saccharin.

<sup>2)</sup>S2: Low-fat and sugar-free cookies with 7.5 : 1 of the ratio of aspartame to saccharin were supplemented with 5% of pectin by weight.

<sup>3)</sup>S3: Low-fat and sugar-free cookies with 7.5 : 1 of the ratio of aspartame and saccharin and 5% pectin were supplemented with 5% of Polygonatum Odoratum (Mill) Druce by weight.

<sup>4)</sup>Mean ± S.D.

<sup>5)</sup>5 scale evaluation is the same as scales in the Table 3.

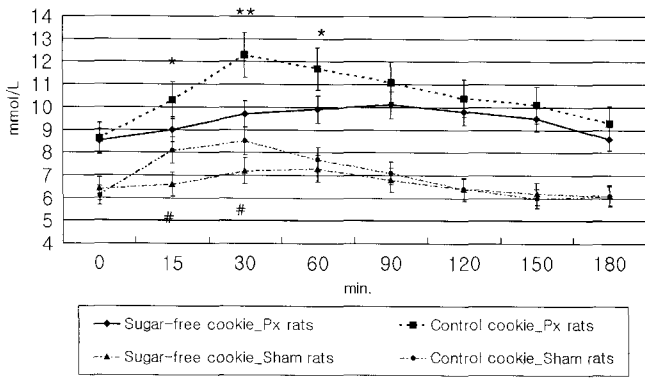
능이 있는 펙틴이었고, 또한 베이킹 파우더 양도 일반 쿠키를 만드는 것보다 늘려 부피를 증가시킬 수 있도록 하였다. 인공감미료의 혼합비는 7.5 : 1로 사용하고, 식이 섬유소로 펙틴을 0, 5와 10%를 첨가하여 식이 섬유소를 첨가한 저지방 무설탕 쿠키를 만들어 건강한 여대생을 대상으로 관능 평가를 하였을 때 일반 쿠키에 비해 펙틴을 함유하지 않거나 5% 함유하였을 때 선호도에 차이가 없었지만, 펙틴 함량을 10%로 증가시켰을 때, 특히 질감의 선호도가 현저히 떨어져 전체적으로 제품의 질이 떨어졌다(Table 4).

둥글레 뿌리, 오미자, 구기자에서 추출한 건조물을 각각 중량의 5%를 첨가하였을 때, 색, 풍미, 입안 감촉, 단맛 등에 대조군과 차이가 없었다(Table 5). 본 연구팀의 선행 연구에서 Px 환자에게 둥글레 뿌리 추출물을 2 개월 동안 공급하였을 때 말초 조직의 인슐린 저항성이 감소되어 혈당을 감소시키는 효과가 있었다<sup>(15)</sup>. 또한 임 등<sup>(16-18)</sup>의 연구에서 오미자와 구기자 모두 혈당을 감소시키는 효과가 있다는 것을 보고하였다.

저지방 무설탕 쿠키의 관능 평가를 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 하였을 때, 아스파탐과 사카린을 7.5 : 1로 사용하였을 때 대조군인 일반 쿠키와 선호도에서 차이가 없었고, 펙틴과 둥글레 뿌리를 각각 중량의 5%를 첨가하였을 때도 대조군과 차이가 없었다(Table 6). 그러므로 본 연구에서 개발한 저지방 무설탕 쿠키의 관능적 선호도에 있어서는 일반 쿠키와 큰 차이가 없었다.

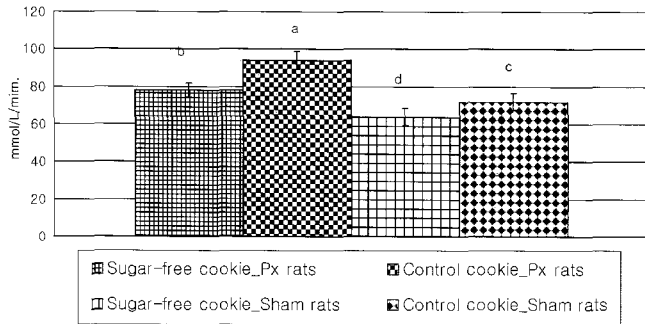
**저지방 무설탕 쿠키 섭취에 따른 혈당 변화**

당뇨병 모델로 사용한 90% 체지방을 제거한 Px 환자에게 공복에 쿠키를 공급하여 경구 내당 검사를 하였을 때, 섭취 후 시간 경과에 따른 혈당 변화에서 아스파탐과 사카린 중량비 7.5 : 1, 펙틴 5%, 둥글레 뿌리 추출 건조물 5%를 넣어 제조된 저지방 무설탕 쿠키를(시료군) 섭취하였을 때가 일반 쿠키를(대조군) 섭취하였을 때에 비해 15분, 30분, 60분, 90분



**Fig. 1. Glucose tolerance tests in 90% pancreatectomized and Sham rats.**

\*Significantly different from low-fat and sugar-free cookie group in 90% pancreatectomized (Px) rats at  $p < 0.05$ . \*\* $p < 0.01$ . #Significantly different from sugar-free cookie group in sham-operated (Sham) rats at  $p < 0.05$ . Significantly different in every point measured glucose levels between Px ( $n=8$ ) and Sham rats ( $n=8$ ) at  $p < 0.01$ . Low-fat and sugar-free cookies provided were composed of 7.5 : 1 of the ratio of aspartame and saccharin, 5% pectin, and 5% of Polygonatum Odoratum (Mill) Druce by weight.



**Fig. 2. Area under the curve of glucose levels in oral glucose tolerance test in Px ( $n=8$ ) and Sham rats ( $n=8$ ).**

Values on the top of the bar with different superscripts were significantly different at  $p < 0.05$ .

까지 혈당이 유의적으로 낮았다(Fig. 1). 정상 흰쥐인 Sham 흰쥐에서의 경구 내당 검사 결과에서도 대조군에 비해시료군을 섭취하였을 때 15분, 30분, 60분까지 혈당이 유의적으로 낮았다. 경구 내당 검사시에 혈당 반응곡선 아래의 면적의 값은 당뇨 흰쥐가 정상 흰쥐에 비해 GAUC값이 높았고, 당뇨 흰쥐와 정상 흰쥐에서 모두 실험군의 GAUC값이 대조군에 비해 낮았다(Fig. 2). Bailey 등<sup>(19)</sup>의 연구에 따르면 고혈당이면서 인슐린 저항성이 있는 당뇨 ob/ob mice에게 5% 사카린(w/v)을 7주 동안 공급하였을 때 GAUC 값이 감소하여 포도당 내성이 향상된 것을 보였고, 고인슐린혈증이 감소하였으며 체중 감소를 보였다고 보고하였다. 또한, 정상인 mice에게 5% 사카린을 공급하였을 때도 포도당 내성이 감소하였으나 ob/ob mice 보다는 그 효과가 적었다고 보고하였다. 한편, 제2형 당뇨병 환자에게 28 g 설탕을 공급하거나 30 g 전분과 사카린으로 설탕과 같은 열량과 당도로 만든 아침을 공급한 후 혈당을 측정하였을 때 두 군 사이에 혈당에 차이가 없었다<sup>(20)</sup>. 또한 공복인 건강한 사람과 당뇨병 환자에게 사카린이나 아스파탐으로 감미한 음료를 공급하였을 때

**Table 7. Blood glucose levels after consumption of low-fat and sugar-free (LFSF) cookies in subject I and subject II (mmol/L)**

(min)	Subject I <sup>1)</sup>		Subject II <sup>2)</sup>	
	S3 <sup>3)</sup>	Control cookie	S3	Control cookie
0	4.8 ± 0.8 <sup>4,5)</sup>	4.6 ± 0.9	8.6 ± 1.2	8.9 ± 1.5
45	6.1 ± 1.4	6.5 ± 1.2	10.2 ± 1.8	13.4 ± 2.2**
90	6.3 ± 0.9	6.2 ± 1.3	9.0 ± 1.6	10.7 ± 1.5*

<sup>1)</sup>Subject I: Healthy female college students.

<sup>2)</sup>Subject II: Type 2 diabetic patients.

<sup>3)</sup>S3: Low-fat and sugar-free cookies provided were composed of 7.5 : 1 of the ratio of aspartame to saccharin, 5% pectin, and 5% of Polygonatum Odoratum (Mill) Druce by weight.

<sup>4)</sup>Measure blood glucose levels after administration of 30g cookies.

<sup>5)</sup>Mean S.D.

\*Significantly different from sugar-free cookie group at  $p < 0.05$ .

\*\* $p < 0.01$ .

혈당은 감미를 하지 않은 음료를 마신 군과 차이가 없었다고 보고하였다<sup>(21)</sup>. Hazan과 Madar<sup>(22)</sup>의 보고에 의하면 펙틴과 검류를 함유한 식이 섬유소가 전분의 glycemic index를 저하시켜 섭취 후 식이 섬유소를 함유하지 않은 전분만을 섭취하였을 때보다 혈당이 현저하게 낮았다고 하였다. 그러므로 본 연구에서 저지방 무설탕 쿠키를 섭취하였을 때 혈당과 GAUC 값이 감소한 것은 설탕 대신 사카린이나 아스파탐의 효과에 의한 것이라기 보다는 펙틴이나 등굴레 뿌리의 효과에 의한 것으로 사료된다.

건강한 여자 대학생 10명을 대상으로 공복시 저지방 무설탕 쿠키와 일반 쿠키를 공급한 후 0분, 45분과 90분에 혈당 검사를 하였을 때 두 군 사이에 차이가 없었다(Table 7). 당뇨병 환자 10명을 대상으로 섭취 후 혈당 검사시 대조군에 비해 시료군을 섭취하였을 때 45분과 90분에서 모두 혈당이 유의적으로 낮았다(Table 7). 저지방 무설탕 쿠키를 섭취한 경우에 혈당이 10 mmol/L 정도로 상승하여 일반 쿠키에 비해 급격한 혈당 상승을 나타내지는 않았다. 아스파탐과 사카린 비 7.5 : 1(중량비), 펙틴 5%(중량비), 등굴레 뿌리 추출 건조물 5%을 넣어 제조된 저지방 무설탕 쿠키는 일반 쿠키보다 섭취 후 혈당 상승이 적어 당뇨병 환자의 간식으로 적절한 것으로 사료되었다.

## 요 약

당뇨병 환자가 열량이 낮고, 섭취한 후 혈당의 상승폭이 적은 쿠키를 개발하는 것을 목적으로 하였다. 아스파탐과 사카린의 비와 양, 지방의 양, 식이 섬유소의 첨가량, 한약재 추출물의 첨가량의 비율에 따라 쿠키를 개발하여 건강한 여자 대학생( $n=10$ )과 당뇨병 환자( $n=10$ )를 대상으로 정상적으로 만든 일반 쿠키와 비교하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사의 결과를 ANOVA로 통계처리를 하여 가장 선호도가 높은 제품을 선택하였다. 당뇨병 환자와 여대생에게 선호도가 높은 저지방 무설탕 쿠키 3 가지를 선택하여 이것들이 혈당의 변화에 미치는 영향을 조사하기 위해서 당뇨 모델과 정상 실험 동물을 대상으로 경구 내당 검사를 하였고, 건강한

여대생과 당뇨병 환자에게 공복과 섭취 2시간 후에 혈당을 조사하였다. 실험동물인 Px 흰쥐( $n=8$ )와 정상 흰쥐( $n=8$ )를 대상으로 경구 내당 검사를 하였을 때 당뇨 모델과 정상 모델에서 모두 아스파탐과 사카린 중량비 7.5:1, 펙틴 5%, 등굴레 뿌리 추출건조물 5%를 넣어 제조된 저지방 무설탕 쿠키가 일반 쿠키에 비해 포도당에 대한 GAUC가 현저하게 낮았고( $p<0.05$ ), 혈당의 최고값도 저지방 무설탕 쿠키에서 낮았다( $p<0.05$ ). 또한 시료군이 대조군에 비해 섭취 후 혈당이 상승하는 속도가 느렸고, 최고 혈당도 낮았다. 건강한 여자 대학생과 당뇨병 환자가 공복시 30g을 섭취한 지 45분과 90분 후에 정상인에서는 두 군 사이에 혈당의 차이가 현저하지 않았으나, 당뇨병 환자에서는 실험군인 저지방 무설탕 쿠키를 섭취하였을 때 대조군에 비해 혈당이 현저하게 낮았다. 이상에서 본 연구에서 개발한 저지방 무설탕 쿠키는 갑작스럽게 높게 혈당이 상승하지 않으므로 당뇨병 환자의 간식으로 적절한 것으로 사료된다.

### 감사의 글

이 연구는 호서대학교 2000년도 벤처 동아리 연구비로부터 지원받아 수행되어 지원에 감사드립니다.

### 문 헌

1. Korean Medical Insurance Association. 1992 Annuals for Medical Insurance Statistics. Ministry of Health and Welfare, Seoul (1993)
2. DeFronzo, R.A., Bonadonna, R.C. and Ferrannini, E. Pathogenesis of NIDDM: A balanced overview. *Diabetes Care* 15: 318-368 (1992)
3. Ginsberg, H.N. and Huang, L.S. The insulin resistance syndrome: impact on lipoprotein metabolism and atherothrombosis. *J. Cardiovasc. Risk* 7: 325-331 (2000)
4. Nakamura, J., Hamada, Y., Sakakibara, F., Hara, T., Wakao, T., Mori, K., Nakashima, E., Naruse, K., Kamijo, M., Koh, N. and Hotta, N. Physiological and morphometric analyses of neuropathy in sucrose-fed OLETF rats. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 51: 9-20 (2001)
5. Luo, J., Rizkalla, S.W., Lerer-Metzger, M., Boillot, J., Ardeleanu, A., Bruzzo, F., Chevalier, A. and Slama, G. A fructose-rich diet decreases insulin-stimulated glucose incorporation into lipids but not glucose transport in adipocytes of normal and diabetic rats. *J. Nutr.* 125: 164-171 (1995)
6. Storlien, L.H., Jenkins, A.B., Chisholm, D.J., Pascoe, W.S., Khouri, S. and Kraegen, E.W. Influence of dietary fat composition on development of insulin resistance in rats. Relationship to muscle triglyceride and w-3 fatty acids in muscle phospholipid. *Diabetes* 40: 280-289 (1991)
7. Kraegen, E.W., Clark, P.W., Jenkins, A.B., Daley, E.A., Chisholm, D.J. and Storlien, L.H. Development of muscle insulin resistance after liver insulin resistance in high-fat-fed rats. *Diabetes* 40: 1397-1403 (1991)
8. Hong, H.H. and Min, K.C. Baking Bread and Cookies. Kwang-MoonKak, Seoul (1999)
9. Spayd, S.E. and Morris, J.R. Influence of immature fruits on strawberry jam quality and storage stability. *J. Food Sci.* 46: 414-418 (1981)
10. Hosokawa, Y.A., Hosokawa, H., Chen, C. and Leahy, J.L. Mechanism of impaired glucose-potentiated insulin-secretion in diabetic 90 percent pancreatectomy rats-Study using glucagon-like peptide-1 (7-37). *J. Clin. Invest.* 97: 180-186 (1996)
11. Carrascosa, J.M., Molero, J.C., Fermin, Y., Martinez, C., Andres, A. and Satrustegui, J. Effects of chronic treatment with acarbose on glucose and lipid metabolism in obese diabetic Wistar rats. *Diabetes Obes. Metab.* 3: 240-248 (2001)
12. Gannon, M.C., Nuttall, F.Q., Westphal, S.A., Seaquist, E.R. The effect of fat and carbohydrate on plasma glucose, insulin, C-peptide, and triglycerides in normal male subjects. *J. Am. Coll. Nutr.* 12: 36-41 (1993)
13. Committee of SAS Institute. Guide for personal computers. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA (1985)
14. <http://biozine.kribb.re.kr/market/at73.html>
15. Park, S., Ahn, S.H., Choi, M.K. and Choi, S.R. The effects of water extract of Polygonatum Odoratum (Mill) Druce on insulin resistance in 90% pancreatectomized rats. *Korean J. Food Sci.* 33: 619-625 (2001)
16. Im, S.J. and Kim, K.J. Hypoglycemic effect of Polygonatum Odoratum (Mill) Druce in diabetes induced rats. *Korean J. Nutri.* 28: 727-736 (1995)
17. Im, S.J., Kim, S.Y. and Lee J.W. Effects of Korean wild plants on blood glucose and energy composition of liver and muscle in diabetes induced rats. *Korean J. Nutri.* 28: 585-594 (1995)
18. Kang, S.D., Ahn, S.Y. and Doo, H.K. Screening of hypoglycemic effects of diabetes prescriptions in traditional medical manual, DongEwiBoGam. *Korean Chinese Med.* 19: 27-37 (1998)
19. Bailey, C.J., Day, C., Knapper, J.M., Turner, S.L. and Flatt, P.R. Antihyperglycaemic effect of saccharin in diabetic ob/ob mice. *Br. J. Pharmacol.* 120: 74-78 (1997)
20. Cooper, P.L., Wahlqvist, M.L. and Simpson, R.W. Sucrose versus saccharin as an added sweetener in non-insulin-dependent diabetes: short- and medium-term metabolic effects. *Diabet. Med.* 5: 676-680 (1988)
21. Horwitz, D.L., McLane, M. and Kobe, P. Response to single dose of aspartame or saccharin by NIDDM patients. *Diabetes Care* 11: 230-234 (1988)
22. Hazan, A. and Madar, Z. Preparation of a dietary fiber mixture derived from different sources and its metabolic effects in rats. *J. Am. Coll. Nutr.* 12: 661-668 (1993)

(2001년 10월 25일 접수)