

## 한방 생약재 추출물을 첨가한 재생형 당뇨쌀의 제조 및 혈당강하 효과

이 영 택\*

경원대학교 식품생물공학과

### Preparation and Hypoglycemic Effect of Reconstituted Grain Added with Selected Medicinal Herb Extract

Young-Tack Lee\*

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

Hot-water extract from selected medicinal herbs of diabetes prescription was mixed with brown rice and pearled barley flours and extruded to prepare a reconstituted grain for diabetes millitus patients. Even though the cooked reconstituted grain containing medicinal herb extract was somewhat different from cooked ordinary rice in textural properties measured by texture analyzer, it was estimated to be organoleptically acceptable in sensory parameters. The reconstituted grain added with medicinal herb extract reduced the rate of dialysis of glucose evaluated by *in vitro* dialysis experiment. The effects of reconstituted grain diet on blood glucose levels in diabetes patients were studied during 3-week period. Compared to nomal diet, the reconstituted grain diet for 2 weeks significantly decreased the fasting and 2-hr postprandial blood glucose levels in diabetes patients by 14% and 10%, respectively. These results suggested that the reconstituted grain could be used as an effective therapeutic diet for the control of diabetes mellitus.

Key words: diabetes, medicinal herb, reconstituted grain, hypoglycemic effect

### 서 론

당뇨병은 인슐린 결핍 또는 작용기구의 손상에 의해 포도당이 세포내로 이동되지 못하고 그대로 혈액 속에 남게 되어 혈당농도가 증가되며 뇨로 당이 배설되는 질병이다. 당뇨병은 크게 유전 및 환경적인 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 인슐린 생산 여부에 따라 인슐린 의존형과 인슐린 비의존형으로 분류된다<sup>(1)</sup>. 당뇨병의 치료에는 식이요법, 운동요법, 경구혈당강하제 및 인슐린 주사 등의 약물요법, 그리고 민간요법 등이 시도되고 있다<sup>(2)</sup>. 이중 식이요법은 혈당에 민감하게 반영되기 때문에 기본적으로 실시하여야 하는 중요한 필수요법으로 타 치료요법시에라도 꼭 병행해서 실시해야 하며, 적절한 열량과 각종 영양소의 균형있는 섭취는 혈당을 정상으로 유지하고 합병증의 발생을 막는데 필수적이다.

당뇨병 환자의 식이로는 저지방, 고탄수화물, 고섬유소 식이가 권장되며 일반적으로 혈당지수가 낮아 내당성이 개선될 수 있는 탄수화물이 추천된다<sup>(3)</sup>. 특히 섬유질이 풍부한 식

사는 장에서 당분의 흡수가 완만한 속도로 이루어져 혈액에의 당분 유입이 서서히 진행되므로 체장에서 인슐린을 만들어 내는 부담을 덜어주게 되어 당뇨병의 개선에 큰 도움을 준다<sup>(4,5)</sup>. 일반적으로 현미, 보리 등을 섞은 잡곡밥이 당뇨환자에게 유익한 탄수화물원으로 알려져 있는데 현미는 백미에 비하여 식이섬유 함량이 높으며 보리는 콜레스테롤 저하 효과 뿐 만 아니라 혈당지수가 가장 낮아<sup>(6-8)</sup> 혈중 포도당 농도를 조절하는데 유용하게 작용하여 혈당과 뇨당을 현저히 떨어뜨리기 때문이다.

우리나라에서는 상당수의 당뇨환자들이 약물요법과 함께 여러가지 종류의 민간요법을 시도하고 있으며 민간에서 이용되는 생약의 효과에 대한 과학적인 근거가 요구됨에 따라 혈당강하 활성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다<sup>(9)</sup>. 이에 따라 달개비풀, 인삼, 달맞이꽃 종자유, 둥글레, 결명자, 구기자, 하늘타리 및 우영, 메밀, 상백피, 작약, 상엽 및 누에 추출물 등의 혈당강하 효과가 보고되었다<sup>(10-14)</sup>. 또한 일부 한약재에서 당뇨병 치료에 효과가 있는 인슐린성 물질이 탐색된 바 있다<sup>(15)</sup>. 당뇨병의 한방요법에 사용하는 생약재는 당으로 끓여서 복용하는데 한방 생약재의 복용을 간편화하고 기호성을 향상시키기 위해 이를 일상적인 식이에 포함하여 자연스럽게 섭취할 수 있는 방식의 가공기술을 모색하였다. 따라서 본 연구에서는 당뇨병의 치료에 사용될 수 있는 한방 생약재로부터 추출한 한약액을 곡류와 함께 혼합하여 압출

\*Corresponding author : Young-Tack Lee, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea  
Tel: 82-31-750-5565  
Fax: 82-31-750-5273  
E-mail: ytleee@mail.kyungwon.ac.kr

성형방식에 의한 재성형 혼합쌀 형태인 당뇨쌀로 제조하였으며 이에 대한 특성 및 혈당강하 효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

당뇨쌀의 제조에 사용된 곡류로 현미와 보리쌀을 시중에서 구입하였으며 이를 Pin mill(경창기계, Model SC-IB)로 분쇄하여 사용하였다. 한방 생약재는 상엽, 상삼자, 자오가, 창출, 영지포, 고삼, 갈근, 감초, 곤포를 시중의 한약재료상에서 구입하여 사용하였다. 당뇨쌀의 혼합취반에 사용한 백미는 2000년산 일반미로서 여주 흥천농협으로부터 구입하였다.

### 한방 생약재의 추출

상엽 90 g, 상삼자 160 g, 자오가 120 g, 창출 100 g, 영지포 120 g, 고삼 80 g, 갈근 90 g, 감초 80 g, 곤포 160 g을 수세하여 총 원료중량의 10배 되는 물 10 L를 가하고 수류냉각기가 부착되어 있는 추출기를 사용하여 100°C에서 6시간 열수추출한 다음 여과하여 한약액으로 조제하였다.

### 한방 생약재 첨가 당뇨쌀의 제조

현미와 보리쌀 가루를 7:3의 비율로 배합한 곡분에 한약액을 중량비로 30% 첨가하고 Hovart 믹서기에서 5분간 잘 혼합한 다음 쌍축압출성형기(FESTINA FX 40, Nam Sung Co., Korea)를 사용하여 압출성형하였다. 이때 성형조건으로 스크류 회전속도를 480 rpm, 성형온도를 70°C로 조절하였으며 성형기의 토출부로부터 7.4 mm×1.58 mm 직사각형 모양의 토출구멍 14개를 사용하여 절단칼의 회전속도 1500 rpm에서 재성형 혼합쌀의 형태로 성형하였다. 압출성형후 50°C 열풍건조기에서 16시간 동안 건조하였으며 도정기(Satake Engineering Co., Japan)를 사용하여 30초간 표면을 가볍게 마찰식으로 연삭하여 한방 생약재 추출물을 첨가한 당뇨쌀로 제조하였다 (Fig. 1).

### 당뇨쌀의 물리적 성질 측정

당뇨쌀 낱알의 길이, 폭, 및 두께를 caliper를 사용하여 측정하였으며, 천립중은 낱알 1,000개의 무게(g)로 측정하였다. 당뇨쌀의 체적은 시료 20 g을 50 mL의 눈금실린더에 넣은 부피로 측정하였다. 당뇨쌀의 표면색도는 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b값으로 측정하였다.

### 당뇨쌀의 취반 특성

당뇨쌀을 백미와 1:1의 비율로 혼합한 후 1.4배(w/w)의 물을 가하여 전기밥솥에서 30분간 혼합 취반한 다음 15분간 뜸을 들인 혼용밥으로 취반하였다. 취반종료 1시간 30분이 지난 후에 혼용밥의 백미와 당뇨쌀 1립의 텍스처를 Texture Analyzer(TA-XT 2, Stable Micro Systems Co., USA)를 사용하여 15회 반복 측정하였다. 이때 측정조건으로 지름 20 mm의 원형 plate type의 probe를 사용하여 0.5 mm/sec의 측정속도에서 측정거리 1.2 mm로 압축하여 경도, 부착성, 응집성, 검성, 씹힘성, 탄성을 측정하였다. 당뇨쌀의 기호도를 알아보기 위해 10명의 패널을 구성하여 외관, 향, 맛, 텍스처,

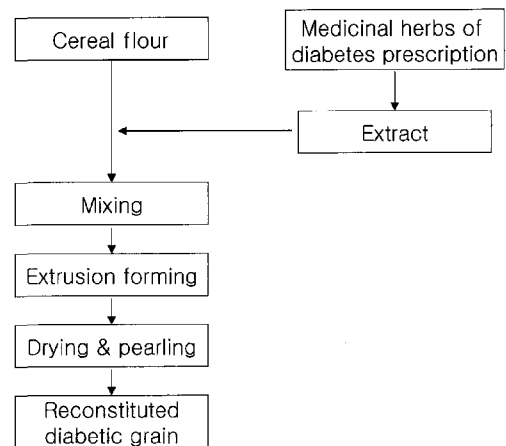


Fig. 1. Preparation for reconstituted diabetic grain added with medicinal herb extract.

종합적 기호도의 평가항목에 대해 9점기호척도로 평가하도록 하였으며 각 항목에 대한 바람직한 정도인 기호도는 1로 갈수록 낮고 9로 갈수록 큰 것으로 나타내었다.

### 당뇨쌀의 혈당강하 효과

당뇨쌀의 *in vitro* 포도당 투과지연 효과를 측정하기 위해 포도당 용액(2 g/20 mL) 또는 10%(w/v)의 농도로 당뇨쌀 분말을 첨가한 포도당 용액(2 g/20 mL)을 투석튜브(MWCO 6000~8000, Spectrum Medical Industries, Inc., USA)에 넣고 1 L의 증류수에서 저어주면서 투석하여 투석 내액의 포도당이 투석 외액으로 빠져 나오는 원리를 이용하였다. 투석이 시작된 후 20분 간격으로 0.1 mL의 투석 외액을 취하여 포도당의 농도를 glucose oxidase 방법으로 측정하였다.

당뇨쌀의 *in vivo* 혈당반응을 위해 서울시내 한방병원에서 당뇨병으로 진단되어 입원중인 환자 10명을 당뇨쌀 식이 대상으로 선정하였다. 이들 대상자들은 1주간 일반식이(백미)를 거친 다음 2주간 당뇨쌀 식이를 섭취하였다. 당뇨쌀 식이는 백미와 당뇨쌀을 1:1 비율로 혼합하여 취반한 혼용밥을 하루 3끼 각각 100 g씩 부식과 함께 당뇨환자에게 식사로 섭취하도록 하였다. 당뇨쌀 식이 전과 후의 3주간 매일 오전 6시 공복시 혈당(fasting blood glucose)과 점심 식후 2시간의 혈당(postprandial 2-hours blood glucose)을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 한방 생약재 첨가 당뇨쌀의 제조 특성

당뇨병의 한방요법에 효과가 있는 생약재는 물 추출물 형태의 탕으로 끓여서 한약액으로 복용하는데 생약재의 복용을 보다 간편화하고 기호성을 향상시키기 위해 이를 곡분과 혼합하여 성형한 당뇨쌀로 가공하여 일상적인 식이에 포함하여 섭취할 수 있도록 하였다. 이를 위해 각종 곡물을 적절히 혼합한 다음 압출성형기술을 이용하여 쌀알의 형태로 재성형한 혼합곡의 제조기술<sup>(6)</sup>을 적용하였다. 일반쌀과 유사한 형태로 압출성형하여 혼합쌀로 제조할 때 외형은 성형조건뿐만 아니라 사용하는 곡물의 종류 및 배합비율에 따라 크

**Table 1. Size and shape of reconstituted diabetic grain added with medicinal herb extract<sup>1)</sup>**

	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Length/width ratio
Milled rice	4.94	2.84	2.20	1.74
Reconstituted diabetic grain	6.82	2.39	1.77	2.85

<sup>1)</sup>Values are means of fifteen measurements.

**Table 2. Stacking volume, 1,000-grain weight and color values of reconstituted diabetic grain added with medicinal herb extract<sup>1)</sup>**

	Stacking volume (mL/20 g)	1,000-grain weight (g)	Color		
			L	a	b
Milled rice	23.50	19.30	68.10	-0.66	+9.04
Reconstituted diabetic grain	25.25	25.41	58.15	+3.70	+10.44

<sup>1)</sup>Values are means of triplicate determinations.

게 영향을 받는다. 당뇨병의 식이요법으로 잡곡 혼식을 할 때 보리와 현미는 혈당지수를 낮추는데 효과가 있어<sup>7)</sup> 대표적인 당뇨식단으로 알려져 있다. 혼합쌀의 제조에 사용되는 곡류중 현미의 압출성형특성이 가장 우수하여 주원료로서 적합하며 여기에 보리를 30% 수준까지 대체할 경우 양호한 성형상태를 유지하는 것으로 조사된 바 있어<sup>16)</sup> 현미와 보리쌀을 7:3의 비율로 섞은 곡분에 당뇨 처방에 사용되는 생약 추출물인 한약액을 첨가하여 압출성형한 당뇨쌀로 제조할 수 있었다.

한방 생약재를 첨가한 당뇨쌀의 크기와 형태, 체적, 천립중 및 색도를 측정하여 일반 백미와 비교한 결과는 Table 1, 2와 같다. 압출성형하여 제조한 당뇨쌀은 단립중 백미에 비해 길이가 길고 폭은 약간 좁았으며 두께는 작은 것으로 나타났다. 일반적인 쌀의 크기 및 형태와 비교해볼 때<sup>17)</sup> 당뇨쌀은 길이가 장립중에 해당하고 폭과 두께에 있어 중립중과 유사한 형태로 제조되었다. 당뇨쌀의 천립중은 25.41 g으로 백미의 19.30 g에 비해 높았으며 시료 20 g에 대한 체적은 25.25 mL로 백미의 23.50 mL보다 약간 높았다. 당뇨쌀의 밀도는 백미와 크게 차이가 없는 것으로 나타나 곡물가루에 한약액을 첨가하여 본 실험조건하에서 압출성형시에 당뇨쌀의

내부구조가 치밀하게 성형된 것으로 판단되었다. 당뇨쌀의 표면색도에서 색의 밝기를 나타내는 L값이 백미에 비해 낮아 어두웠고, a값은 백미의 (-)값에 비해 당뇨쌀은 (+)값을 보여 적색도를 나타내었으며, b값은 경우 백미와 황색도가 유사하게 나타났다.

#### 당뇨쌀의 취반후 텍스처 및 관능특성

취반한 밥의 기호성 평가에서 가장 중요한 인자중의 하나는 조직감이며 당뇨쌀의 취반후 조직감을 Texture analyzer로 측정하여 일반 백미와 비교한 결과는 Table 3과 같다. 당뇨쌀의 취반후 경도(hardness)는 276 g으로 백미의 548 g에 비해 크게 낮았으며 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)에 있어서도 백미에 비해 낮게 나타났다. 그러나 응집성(cohesiveness)과 탄성(springiness)은 백미보다 당뇨쌀에서 약간 높았다. 부착성(adhesiveness)은 백미에 비해 당뇨쌀에서 현저히 높은 것으로 측정되었는데 이는 당뇨쌀의 경우 분쇄된 곡분을 사용하기 때문에 전분을 둘러싸고 있는 세포벽 구조들이 붕괴되고 재성형되어 부착성이 증가하기 때문인 것으로 판단되었다. 당뇨쌀은 일반 백미에 비해 취반 후 검성과 씹힘성이 낮아 다소 연하고 부드러운 반면 탄성이 높고 응집성 및 부착성이 커서 끈기있고 찰진 것으로 평가되었다.

당뇨쌀을 백미와 1:1의 비율로 섞어 취반한 혼용밥과 백미만으로 취반한 밥과의 관능적인 특성을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 당뇨쌀을 섞어 취반한 혼용밥은 시각적인 측면에서의 색, 형태, 광택 등 외관과 향기, 맛, 그리고 텍스처의 평가항목에 있어서 관능점수가 일반 쌀밥에 비해 다소 낮았지만 9점 척도에서 6.8~7.6점 사이로 관능적 기호성이 양호한 것으로 평가되었다. 당뇨쌀 혼용밥은 백미밥에 비해 관능적으로 기호성이 크게 떨어지지 않아 백미와 혼용시에 크게 이질감이 없는 것으로 사료되었다. 따라서 당뇨쌀은 취반이 간편하며 취식시 기호성이 양호한 당뇨병 환자를 위한 혼용밥으로의 활용 가능성을 제시해 주었다.

**Table 3. Texture properties of reconstituted diabetic grain added with medicinal herb extract after cooking<sup>1)</sup>**

	Milled rice	Reconstituted diabetic grain
Springiness	0.743	0.762
Gumminess	213.636	142.203
Cohesiveness	0.388	0.518
Adhesiveness	-2.549	-14.951
Hardness	547.733	276.073
Chewiness	160.639	108.429

<sup>1)</sup>Values are means of fifteen measurements.

**Table 4. Sensory scores<sup>1)</sup> of reconstituted diabetic grain added with medicinal herb extract after cooking**

	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall palatability
Milled rice	8.55 <sup>a</sup>	8.54 <sup>a</sup>	8.30 <sup>a</sup>	8.09 <sup>a</sup>	8.42 <sup>a</sup>
Reconstituted diabetic grain	7.15 <sup>b</sup>	7.56 <sup>b</sup>	7.39 <sup>b</sup>	6.76 <sup>b</sup>	7.18 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values with different subscript in the same column are significantly different (p<0.05).

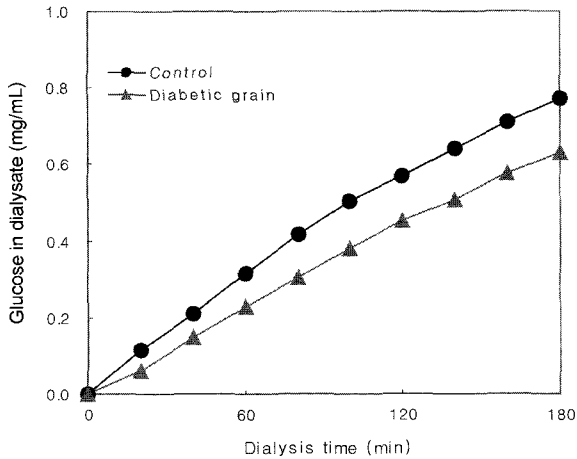


Fig. 2. Retarding effect of reconstituted diabetic grain added with medicinal herb extract on the membrane transport of glucose *in vitro*.

### 당노쌀의 *in vitro* 포도당 투과지연 효과

당노쌀의 *in vitro* 포도당 투과지연 효과를 투석튜브를 사용하여 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 포도당 용액만을 투석한 대조구에 비해 당노쌀 분말을 첨가한 용액에서 투석 외액의 포도당 농도가 투석 초기부터 대조구보다 낮았으며 투석 3시간까지 지속적으로 떨어져 포도당의 투과지연 효과를 볼 수 있었다. 당노쌀 제조에 사용된 현미와 보리의 체내 혈당지수 저하효과는 식이섬유함량과 깊은 상관관계가 있기 때문인 것으로 알려져 있으며<sup>(18)</sup> *in vitro* 실험에서 나타난 수용성 식이섬유들의 포도당 흡수지연 효과는 점성이 높은 수용성 식이섬유가 gel matrix를 형성하여 포도당을 붙잡음으로써 포도당이 확산되는 것을 억제하는 것으로 설명된 바 있다<sup>(19)</sup>.

### 당노쌀의 혈당강하 효과

당노병 환자 10명에게 일반 식이와 당뇨밥 식이를 섭취하게 한 후 공복시와 점심식후 2시간에 혈당검사를 하여 혈당변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 당뇨밥 식이 전의 일반 식이 1주간에 측정된 공복시 혈당은 평균 153.9 mg/dL였으며 식사후 2시간의 혈당은 평균 234.7 mg/dL였다. 그 이후 2주간의 당뇨밥 식이중에 측정된 공복시의 평균 혈당은 132.4 mg/dL로 당뇨밥 식이 전에 비해 약 14% 감소하였으며 식사후 2시간의 평균 혈당은 211.5 mg/dL로 약 10% 감소하였다. 당노쌀을 첨가한 식이 기간이 비록 2주간의 짧은 기간임에도 불구하고 2주간의 평균 혈당이 일반 식이 기간에 비해 상당히 떨어진 것은 당노쌀이 당뇨환자의 혈당조절에 효과적이라는 것을 보여주었다.

어떤 식품을 섭취했을 때 나타나는 혈당반응과 포도당 섭취시의 혈당반응을 비교하여 혈당지수(glycemic index)로 나타내는데<sup>(20)</sup> 일반적으로 혈당지수가 낮은 당질을 섭취했을 때 내당성이 개선되고 혈중 콜레스테롤과 중성지방이 감소되는 것으로 밝혀짐에 따라<sup>(2)</sup> 당뇨환자 및 고지혈증 환자의 식이요법에 임상적으로 이용되고 있다. 당노쌀의 제조에 사용된 곡류중 현미는 백미에 비하여 식이섬유함량이 높아 혈당지

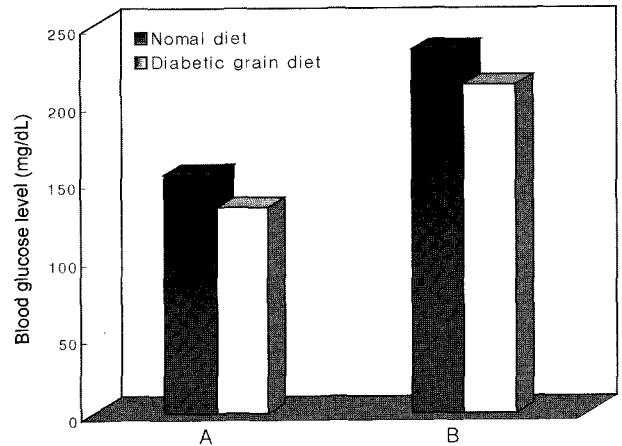


Fig. 3. Effects of reconstituted diabetic grain diet on fasting (A) and 2-hr postprandial (B) blood glucose levels in diabetes patients.

수가 낮게 나타났으며, 보리는 혈당지수 뿐 만 아니라 식후 혈당, 혈당반응곡선면적 및 최고 혈당값이 곡류 중 가장 낮게 나타나 혈당조절작용에 뚜렷한 효과를 보고하여<sup>(7)</sup> 본 실험에서 당노쌀 섭취에 의한 혈당강하 효과를 확인할 수 있었다. 특히 당노쌀에 사용된 보리의 수용성 식이섬유인  $\beta$ -glucan은 점성이 높아, 위와 소장에서 내용물의 이동 및 확산속도를 느리게 하고 장에서 당류의 운반을 지연시킴으로써 식후 혈당상승을 억제하는 효과가 있는 것으로 보고되었다<sup>(21)</sup>.

한편 실험에 사용한 생약재 중 상엽, 고삼 등에서 혈당강하 효과가 보고된 바 있으며<sup>(14,15)</sup>, 이는 주로 생약재에서 추출한 활성물질이 장내의  $\alpha$ -glycosidase 효소 활성을 억제함으로써 당질의 소화와 흡수를 지연시켜 식후 급격한 혈당의 상승을 억제하거나 인슐린성 물질을 함유할 가능성으로 해석된 바 있다. 혈당강하 물질을 포함하고 있는 일부 한방 생약재를 보리와 현미 등 혈당지수가 낮은 곡물에 혼합 사용하여 당뇨병 환자의 식이요법에 활용한다면 혈당조절에 효과적인 방법이 될 것으로 사료되었다.

## 요 약

당노병의 한방요법에 사용되는 생약재들을 열수추출하여 한약액으로 조제하고 이를 곡물 베이스인 현미와 보리가루에 혼합한 후 압출성형하여 쌀알과 유사한 형태의 재성형 당노쌀로 제조하였다. 한방 생약재 추출물을 첨가한 당노쌀을 백미와 함께 각각 1:1의 비율로 취반한 혼용밥은 관능적으로 양호하게 평가되었으며 이는 한약액을 복용하는 방법에 비해 섭취가 간편하고 기호성이 개선된 식이요법으로 활용성을 제시해 주었다. 당노쌀은 *in vitro* 포도당의 투과를 지연시키는 효과가 있었으며, 당뇨병 환자에게 당뇨밥의 섭취 전·후의 3주간 혈당을 분석한 결과 당노쌀 섭취후의 공복시와 식사후 2시간 평균 혈당이 떨어져 당뇨병 환자의 혈당강하에 효과가 있는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구의 *in vivo* 혈당강하 실험에 도움을 주신 하나한방 병원에 감사드립니다.

## 문헌

1. Arky, R.A. Prevention and therapy of diabetes mellitus. *Nutr. Rev.* 41: 165 (1983)
2. Arky, R.A. National management of diabetic, pp. 539-566. In: *Diabetes Mellitus: Theory and practice*. 3rd ed., Medical Examination Publishing Co., NY, USA (1983)
3. Crapo, P.A., Insel, J., Sperling, M. and Kolterman, O.G. Comparison of serum glucose, insulin, and glucagon responses to different types of complex carbohydrate in noninsulin-dependent diabetic patients. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 184-190 (1981)
4. Jenkins, D.J.A. and Wolever, T.M.S. Slow release carbohydrate improves second meal tolerance. *Am. J. Clin. Nutr.* 35: 1339-1346 (1982)
5. Kim, E.H., Vuksan, V. and Wong, E. The relationship between viscosity of soluble dietary fiber and their hypoglycemic effects. *Korean J. Nutr.* 26: 615-621 (1996)
6. Liljeberg, H.G.M., Akerberg, A.K.E. and Bjorck, I.M.E. Effect of glycemic index and content of indigestible carbohydrates of cereal-based breakfast meals on glucose tolerance at lunch in healthy subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 647-655 (1999)
7. Lee, J.S., Lee, J.S., Yang, C.B. and Shin, H.K. Blood glucose response to some cereals and determination of their glycemic index to rice as the standard food. *Korean J. Nutr.* 30: 1170-1179 (1997)
8. Bourdon, I., Yokoyama, W., Davis, P., Hudson, C., Backus, R., Richter, D., Knuckles, B. and Schneeman, B.O. Postprandial lipid, glucose, insulin, and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with  $\beta$ -glucan. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 55-63 (1999)
9. Bailey, C.J. and Day, C. Traditional plant medicines as treatments for diabetes. *Diabetes Care* 12: 553-564 (1989)
10. Kim, J.Y., Park, J.Y. and Lee, K.U. Diabetes and traditional medicine: Effect of several traditional drugs on the plasma glucose levels in streptozotocin induced diabetic rats. *Diabetes* 18: 377-386 (1994)
11. Lee, J.S., Kim, S.Y. and Lee, J.W. The effects of buckwheat diet on serum glucose and lipid metabolism in NIDDM. *Korean J. Nutr.* 28: 585-594 (1995)
12. Chen, F.J., Nakashima, N. and Kimura, I. and Kimura, M. Hypoglycemic activity and mechanism of extracts from Mulberry leaves and *Cortex Mori radices* in streptozotocin-induced diabetic mice. *Yakugaku Zasshi* 115: 476-482 (1995)
13. Ji, S.T., Lee, S.J., Lee, K.E., Son, Y.T. and Chung, Y.K. Inhibitory effect of extracts from *Paeoniae radix* on postprandial hyperglycemia. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 131-135 (2002)
14. Kim, M.S., Choue, R.W., Chung, S.H. and Koo, S.J. Blood glucose lowering effects of mulberry leaves and silkworm extracts on mice fed with high-carbohydrate diet. *Korean J. Nutr.* 31: 117-125 (1998)
15. Ju, Y.S. and Ko, B.S. Screening of insulin-like substances from traditional herbs of diabetes prescription in Donguibogam. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* 45: 47-52 (2002)
16. Lee, Y.T., Kim, S.S. and Chae, E.M. Physicochemical properties of selected cereals and legumes for the production of extruded multi-grain. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 44: 30-34 (2001)
17. Webb, B.D. Criteria of rice quality in the United States, pp. 416-427. In: *Rice Chemistry and Technology*. Juliano, B.O. (ed.), AACC, Minnesota, USA (1985)
18. Wolever, T.M. Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.* 51: 72-75 (1990)
19. Adiotomre, J., Eastwood, M.A., Edwards, C.A., Brydon, W.G. Dietary fiber: in vitro methods that anticipate nutrition and metabolic activity in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 52: 128-134 (1990)
20. Jenkins, D.J.A., Wolever, T.M.S., Taylor, R.H., Barker, H., Fejersiden, H., Baldwin, J.M., Bowling, A.C., Newman, H.C., Jenkins, A.L. and Goff, D.V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 362-366 (1981)
21. Yokoyama, W.H., Hudson, C.A., Knuckles, B.E., Chiu, M.M., Sayre, R.N., Turnlund, J.R. and Schneeman, B.O. Effect of barley  $\beta$ -glucan in durum wheat pasta on human glycemic response. *Cereal Chem.* 74: 293-296 (1997)

(2003년 5월 25일 접수; 2003년 6월 16일 채택)