

당뇨환자를 위한 롤빵의 품질과 혈당반응에 관한 연구

김 명 애 · 윤 석 권
동덕여자대학교 식품영양학과

Study on Quality and Blood Glucose Response of Roll Breads for Diabetes Mellitus

Myoung-Ae Kim and Suk-Kwon Yoon

Dept. of Food & Nutrition, Dongduk Women's University, Seongbukgu, Seoul, Korea, 136-714

Abstract

In order to develop the roll bread for diabetes mellitus patients, the roll bread mixed with soybean and barley flour to wheat flour was prepared and followed investigation of physical properties, sensory evaluation and blood glucose response of subjects. When soybean and barley flour was added more than 30%, hardness of mixed roll bread increased more than two times comparing to wheat flour. The roll bread mixed with 10% soybean flour was same in physical properties but was superior in sensory evaluation to wheat flour. While the blood glucose response after intake of roll bread mixed with soybean flour increased more slowly than that after intake of barley or wheat flour, glycemic index of soybean flour decreased. When roll bread was mixed with 10 to 30% soybean flour, the preference was almost same but control ability of blood glucose has improved comparing to adding barley or wheat alone.

Key words : blood glucose response, glycemic index, soybean flour, bread diabetes mellitus.

서 론

우리 나라의 당뇨병환자는 장년층에서 발병율이 높은 인슐린비의존형이 84%로 대부분을 차지한다^{1,2)}. 인슐린비의존형의 당뇨병환자는 인슐린 생성능을 보유하기 때문에 식사요법의 올바른 실천으로 정상혈당을 유지할 수 있다³⁾. 당뇨병의 기본 식사요법은 적절한 에너지량을 취하고, 각 영양소의 균형적인 섭취와 규칙적인 식생활을 하는 것이다²⁾.

식품은 조직, 식사입자의 크기, 가공방법, 전분의 성질, antinutrient-dietary fiber, amylase inhibitor, tannin, lectin, phytate 등에 따라 소화, 흡수가 달라 혈당반응이 다르게 나타난다^{4~8)}. Jenkins⁹⁾는 어떤 식품을 섭취했을 때의 혈당반응을 포도당 섭취시의 혈당반응에 대한 비(Glycemic Index, 이하 GI)로 나타내어 식품을 혈당반응에 따라 분류하였고 GI가 낮은

식품은 GI가 높은 식품보다 혈당 및 혈중 지질을 감소시킬 수 있다고 하였다. 우리 나라에서도 식품 및 식사, 음료에 대하여 혈당반응을 분석 비교한 바 있으며^{10~14)} GI가 특히 낮다고 보고¹¹⁾된 곡류로는 검은콩, 노란콩 및 보리를 들 수 있다.

콩가루나 보리가루의 복합분은 밀가루 빵의 영양개선이나 생리적 기능성 부여를 위하여 제빵에 많이 응용되어 왔는데, 대부분의 보고가 제빵적성에 관한 것이다^{15~20)}.

본 연구는 콩가루나 보리가루를 첨가한 롤빵을 제조하여 롤빵의 물성과 관능검사, 혈당반응을 비교 분석함으로써, 당뇨병환자가 주식이나 간식으로 부담없이 이용할 수 있는 빵류를 개발하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

콩가루와 보리가루는 pin제조방법으로 제분된 (120mesh) 것을 풍미양행으로부터 제공받았다. 기타 원료로서는 강력분(제빵용, 제일제당), 분유(탈지분유, 서울우유), yeast(삼립데코), yeast food(삼립데코), 설탕(제일제당), 소금(한주실업), 쇼트닝(삼립유지), 글루텐(제빵용, 원희 트레이딩), sodium stearyl lactylate(제빵용, 삼풍수지) 등을 사용하였다.

2. 롤빵의 제조

롤빵의 원료배합비는 Table 1과 같다. 롤빵의 제조는 straight법으로 하였다²¹⁾. Hobart mixer 반죽기(N-50, Hobart Co, U.S.A)에 whipper를 장착하여 반죽의 온도를 27°C로 유지하면서 저속 3분, 고속 2분간 반죽한 후 쇼트닝을 넣고 다시 저속 3분, 고속 10분간 반죽하였다. 반죽은 27°C, 습도 75%에서 2시간 동안 1차 발효한 다음 40 g씩 분할·성형하여 38°C, 습도 80%에서 50분간 2차 발효하였다. 발효가 끝난 반죽을 상부 215°C, 하부 205°C의 오븐에서 약 10분간 구워서 시료로 사용하였다.

3. 롤빵의 물성측정

롤빵의 중앙부분을 20mm두께로 일정하게 자른 다음 Rheometer(CR-200D, Sun Rheometer, Japan)로 물성을 측정하였으며 측정조건은 table speed 60mm/min, chart speed 60mm/min, clearance 10mm로 하였고 plunger는 직경 30mm의 원기둥형을 사용하였다.

4. 롤빵의 관능검사와 통계처리

관능검사원은 동덕여자대학교 식품영양학과 대학원생 및 학부생 15명으로 구성하였다. 관능검사는 외부색, 향기, 조직형성, 맛, 조직감, 전체적인 기호 등 6가지의 항목에 대하여 5점 점수법으로 평가하였다.

관능평가의 결과는 Statgraphics 통계 프로그램의 Tukey test로 처리하였다. 각 시료구간의 유의성은 one-way ANOVA를 이용하여 $P < 0.05$ 수준에서 multiple range test로 검정하였다^{22, 23)}.

5. 혈당반응 측정

혈당반응을 위한 실험 대상자는 동덕여자대학교와 고려대학교의 남녀 대학생 20명으로 하였다. 실험 대상자들은 12시간 금식한 다음 400 kcal에 해당되는 롤빵을 섭취하고 섭취전, 15분, 30분, 60분, 90분, 120분에 혈당을 측정하였다. 혈당측정기는 Lifescan사(Milpitas, California, U.S.A)의 One touch II를 사용하였다.

경시적인 혈당반응은 Jenkins법⁹⁾에 의해 윤의 보고¹³⁾와 같이 분석되었다. 즉, 시료구별 롤빵의 당질에 따른 혈당반응 면적은 50 g 포도당 섭취후의 반응면적에 대한 백분율로 계산하여 glycemic index로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 콩가루와 보리가루를 첨가한 롤빵의 물성

Rheometer 분석 결과 콩가루와 보리가루를 첨가한

Table 1. Compositions of various roll breads

Materials	Control	S-10	S-30	S-50	B-10	B-30	B-50	S15+B15	S10+B40
Strong flour	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Soybean flour	-	10	30	50	-	-	-	15	10
Barley flour	-	-	-	-	10	30	50	15	40
Sugar	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salt	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Milk powder	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Yeast	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Food	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitamin C	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Shortening	12	12	12	12	12	12	12	12	12
SSL ¹⁾	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Gluten	-	1	3	5	1	3	5	3	5
Water(4°C)	77	75	95	115	75	95	115	95	115

¹⁾ SSL : sodium stearyl lactylate

Table 2. Physical properties of roll breads

Group ¹⁾	Hardness(g)	Elasticity
Control	425	3.07
S-10	430	2.99
S-30	750	2.97
S-50	922	2.93
B-10	560	2.92
B-30	717	2.93
B-50	882	2.97
S15+B15	777	3.04
S10+B40	885	3.02

¹⁾ Compositions of groups were same as Table 1.

롤빵의 경도 및 탄력성은 Table 2와 같았다.

콩가루와 보리가루의 첨가 롤빵의 경도는 430~922 g으로서 혼합비율이 클수록 증가하였다. 보리가루가 콩가루 첨가시보다 경도의 증가가 더 컸다. 10% 정도를 혼합할 경우에는 콩가루는 거의 변화가 없었으나 보리가루는 상당한 증가가 있었다. 30%이상의 첨가 비율에서는 2배 혹은 그 이상의 경도 증가가 있었다. 정¹⁶⁾에 따르면 볶은 콩가루를 식빵제조에 첨가할 경

우, 첨가비율이 커질수록 식빵의 경도가 증가하였으며 약 11% 첨가시 2배의 증가가 있었다. 김²⁰⁾은 보리첨가 복합분의 식빵은 용적 및 내부특성이 밀가루 빵보다 열등하고 첨가량이 높을수록 더 심했다고 한다. 이¹⁹⁾는 쌀보리 복합분의 specific loaf volume은 크게 낮지만 쌀보리 30% 복합분의 경우 난황이나 글루텐을 첨가하면 밀가루 식빵의 부피와 거의 차이가 없었다고 한다.

탄력성은 콩가루나 보리가루의 첨가에 따라 다소 감소하는 것으로 나타났으나 큰 영향은 없었다.

2. 롤빵에 대한 관능검사

Table 3은 콩가루 함량의 변화에 대한 관능검사의 결과이다. 롤빵의 색과 풍미는 콩가루 10% 첨가구(S-10)에서 가장 좋았으나 콩가루의 함량이 증가될수록 떨어졌다. 내부조직은 유의적인 차이는 없었으나 콩가루 첨가 롤빵이 밀가루 롤빵에 비하여 낮았다. 맛은 유의적인 차이는 없었지만 콩가루 10% 첨가에서는 밀가루 롤빵보다 향상되었고 콩가루 함량이 증가될수록 낮아졌다. 입촉감도 콩가루를 첨가하면 향상되었으며 10% 첨가시에 가장 좋았다. 전체적인 기호도

Table 3. Sensory evaluation of roll breads made with wheat flour and soybean flour

Group	Color	Flavor	Appearance of inside	Taste	Mouth feel	Overall quality
Control ¹⁾	3.47±0.26 ^{ab2)}	3.00±0.26 ^{ab}	3.67±0.25 ^{ns}	3.60±0.21 ^{ns}	3.87±0.13 ^{ns}	3.53±0.13 ^{ab}
S-10	4.00±0.20 ^b	3.67±0.23 ^b	3.40±0.19	3.71±0.16	4.00±0.20	4.00±0.14 ^b
S-30	3.33±0.19 ^{ab}	3.00±0.17 ^{ab}	3.53±0.24	3.40±0.27	3.60±0.27	3.67±0.29 ^{ab}
S-50	2.67±0.27 ^a	2.73±0.25 ^a	3.20±0.22	2.87±0.27	3.27±0.28	3.13±0.26 ^a

¹⁾ Compositions of groups were same as Table 1.

²⁾ Mean±SD, Different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ Tukey test. ns : not significant

Table 4. Sensory evaluation of roll breads made with wheat flour, barley flour and soybean flour

Group	Color	Flavor	Appearance of inside	Taste	Mouth feel	Overall quality
Control ¹⁾	3.47±0.26 ^{ns2)}	3.00±0.26 ^{ns}	3.67±0.25 ^{ns}	3.60±0.21 ^{ns}	3.87±0.13 ^{ns}	3.53±0.13 ^{ns}
B-30	3.40±0.19	2.60±0.19	3.40±0.21	3.40±0.19	3.40±0.19	3.47±0.17
B15+S15	3.33±0.32	2.80±0.34	3.29±0.30	3.13±0.27	3.33±0.29	3.00±0.28
B-50	3.27±0.21	3.13±0.17	3.33±0.19	2.80±0.20	3.20±0.20	3.20±0.17
B10+S40	3.20±0.17	2.87±0.19	3.47±0.19	3.13±0.17	3.60±0.13	3.53±0.17

¹⁾ Compositions of groups were same as Table 1.

²⁾ Mean±SD, ns : not significant at $\alpha=0.05$ Tukey test.

는 콩가루 10% 사용시 가장 좋았으며 S-30도 기존의 밀가루 빵과 비교하여 우수하였다. 정¹⁶⁾은 볶은 콩가루를 식빵에 첨가할 경우에 10~15% (본 연구를 기준으로 환산하면 11~18%)까지는 기호성에 영향을 주지 않는다고 한다.

Table 4는 보리가루 혹은 콩가루와 보리가루를 첨가한 롤빵의 관능평가 결과이다. 보리를 30% 첨가시 유의성은 없었으나 모든 관능평가 항목에서 다소 낮았고 50%로 증가시키면 더 낮았고 특히 입촉감이 제일 많이 차이가 났다. 보리함량을 일부 콩으로 대체하면 모든 항목에서 약간씩 좋아지는 경향이었으나 이러한 차이는 통계적인 유의성은 없었다. 김¹⁷⁾은 쌀보리가루+탈지대부분+밀가루를 45:10:45로 섞으면 밀가루 빵과 비교하여 관능평가에서 유의차가 없었다고 한다.

3. 롤빵식이에 대한 정상인의 혈당반응

Fig. 1과 Table 5는 롤빵400kcal를 공급받은 정상인들의 15, 30, 60, 90, 120분 후의 혈당치와 변화량을 나타낸 것이다.

Fig. 1에서 경시적인 혈당반응의 경향을 보면 밀가루의 롤빵(control)이나 보리가루 첨가 롤빵(B-50)은 섭취직후의 혈당증가속도가 빨랐다. 그러나 콩가루가 첨가된 S-30과 S10+B40의 경우에는 2시간 동안에 완만하게 증가·감소하여 혈당 변화가 크지 않은 것으로 나타났다.

Table 5는 롤빵 섭취 직전의 혈당을 기준으로 하여 각 시간대별 혈당 변화량을 계산한 것이다.

대부분의 시료구가 섭취 30분 후에 가장 많이 증가하였다. 밀가루 롤빵에 비하여 콩가루나 보리가루 첨

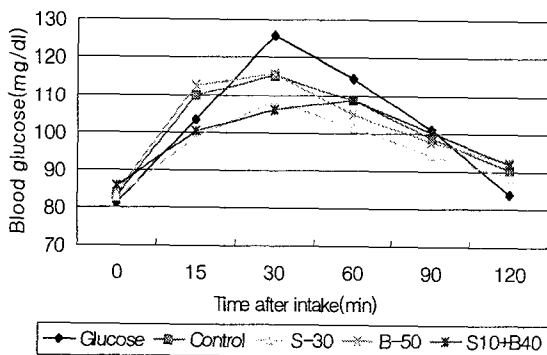


Fig. 1. Blood glucose response of the various roll breads to normal subject. Compositions of glucose, control, S-30, B-50, and S10+B40 were same as Table 1.

Table 5. Increase in blood glucose response of normal subject on the various roll breads

Group	Time after intake (min)					GI ¹⁾
	15	30	60	90	120	
Glucose	22.3	44.7	33.5	20.3	3.0	100.0
Control ²⁾	27.2	32.6	25.8	16.0	7.4	83.6
S-30	16.1	25.8	18.7	11.5	5.8	60.6
B-50	28.6	31.4	20.9	13.8	8.3	77.0
S10+B40	14.5	20.5	23.1	14.7	6.5	63.7

¹⁾ GI : glycemic index

²⁾ Compositions of groups were same as Table 1.

Table 6. The main ingredients of various roll breads correspond to 400 kcal

Group	Carbohydrate	Protein	Fat
Control ¹⁾	61.79	12.00	11.72
S-30	56.72	13.86	13.01
B-50	66.85	12.24	9.33
S10+B40	64.25	12.70	10.28

¹⁾ Compositions of groups were same as Table 1.

가의 롤빵은 모두 GI 감소효과가 있었다. 특히 S-30과 S10+B40은 보리가루 첨가의 롤빵인 B-50보다 GI가 낮아 콩가루 첨가 롤빵이 혈당 조절효과가 더 좋은 것으로 나타났다. 김¹²⁾의 당뇨조절식의 혈당반응조사에서도 콩밥이 보리밥 또는 콩+보리밥 보다 GI가 낮았다.

Table 6은 400kcal에 해당하는 롤빵 시료구의 탄수화물, 단백질, 지질의 성분비를 비교한 것이다. S-30의 롤빵은 탄수화물 함량이 가장 낮았는데, Fig. 1과 Table 5에서 보는 바와 같이 초기의 혈당 증가속도가 느리고 GI가 시료구 중에서 가장 낮았다. 김¹⁴⁾에 따르면 당뇨조절음료의 연구에서 단순당의 함량이 적은 음료는 초기(섭취 15분 후)의 혈당증가가 낮았다고 한다. 한편, 보리 첨가 롤빵인 B-50은 대조구와 비교하여 초기의 열량증가 속도가 비슷하게 빠르지만 GI가 낮았는데 이것은 보리에 함유된 식이섬유때문으로 생각된다. 보리에 함유된 수용성 식이섬유인 β -glucan은 보수력이 커서 포만감을 주고 혈중콜레스테롤을 저하시키며 당뇨병 환자에게는 glucose tolerance를 증진시킨다²⁴⁾.

요 약

당뇨환자용 빵을 개발하기 위하여 콩가루나 보리가루를 첨가한 롤빵을 제조하여 물성과 관능평가를 분석하고 이들 롤빵을 섭취한 정상인의 혈당반응을 Glycemic Index로 산출하여 혈당조절 효과를 비교하였다.

1. 콩가루 10% 첨가 롤빵의 경도와 탄력성은 밀가루 롤빵과 거의 차이가 없었다. 콩가루나 보리가루의 혼합비율이 클수록(30~50%) 롤빵의 경도가 증가하였다.

2. 콩가루 10%나 30% 첨가 롤빵은 밀가루 롤빵과 비교하여 색, 풍미, 내부조직, 맛, 조직감, 전체적인 선호도에 있어서 유의차가 없었으며 특히 콩가루 10% 첨가 롤빵은 밀가루 롤빵보다 모든 항목에서 높게 평가되었다. 보리첨가 롤빵은 낮았으나 밀가루 롤빵과 유의차는 없었다.

3. 콩가루 첨가 롤빵은 보리가루 첨가 롤빵이나 밀가루 롤빵보다 섭취 후 혈당상승이 완만하고 GI도 낮았다. 보리가루 50%첨가 롤빵은 밀가루 롤빵과 같이 섭취 직후 혈당이 급속히 상승하였으나 GI는 밀가루 롤빵보다 낮았다.

따라서, 콩가루를 10~30% 첨가한 롤빵은 밀가루 100%나 보리가루를 첨가한 롤빵에 비하여 기호성이 우수할 뿐만 아니라 혈당조절 효과가 큰 것으로 나타났다.

참고문헌

- 전세열, 강지용, 하태익, 최운정 : *신식사요법*, 광문각, p.141~164 (1994).
- 유영상 : *식이요법*, 고문사, p.131~147 (1993).
- NIH Consensus Development Conference Statement : Diet and exercise in non-insulin dependent diabetes mellitus, 6(8) (1986).
- Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Kalmusky, J., Giudici, S., Giordano, C., Wong, G. S., Bird, J. N., Patten, R., Hall, M., Buckley, G. and Little, J. A. : Low glycemic index carbohydrate foods in the management of hyperlipidemia, *Am. J. Clin. Nutr.*, 42, 604~617 (1985).
- Thorburn, A. W, Brand, J. C. and Truswell, A. S. : Slowly digested and absorbed carbohydrate in traditional bushfoods, *Am. J. Clin. Nutr.*, 45, 98~106 (1987).
- Nishimune, T., Yakushiji, T., Sumimoto, T., Taguchi, S., Konishi, T., Nakahara, S., Ichikawa, T. and Kumita, N. : Glycemic response and fiber content of some foods, *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 414~419 (1991).
- Jenkins, D. J. A., Wolever, T. W., Jenkins, A. L. : Glycemic response to carbohydrate food, *Lancet*, ii, p.388~391 (1984).
- Englyst, H. and Cummings, J. : Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine, *Am. J. Clin. Nutr.*, 42, 778~787 (1985).
- Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, 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).
- 이정선, 이지수, 양차범, 신현경 : 주요 곡류의 혈당반응 및 쌀기준 혈당지수 측정, *한국영양학회지*, 30, 1170~1179 (1997).
- 미원식품연구소, 한림대학교, 동덕여대 : 당뇨조절 식품의 개발연구, 보건복지부 1995년도 연구개발 보고서 (1996).
- 김명애, 김연선, 윤석권 : 당뇨조절식의 조리법과 혈당반응효과, *한국조리과학회지*, 15, 401~409 (1999).
- 김명애, 윤석권 : 한국인 대표 식단 및 당뇨식단의 정상인에 대한 혈당반응, *한국식품영양학회지*, 11, 303~311 (1998).
- 김명애, 윤석권 : 당뇨조절음료의 개발에 관한 연구, *동덕여대 생활과학 연구*, 4, 1~8 (1999).
- 배송환, 이철 : 분리대두단백질의 첨가가 제빵적성에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 30, 1295~1300 (1998).
- 정해옥, 임상선, 정복미 : 볶은 콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 관능적 기계적 특성연구, *한국조리과학회지*, 13, 266~271 (1997).
- 김형수, 김용휘, 유창명, 이서래 : 국산원료를 활용한 복합분 및 제품개발에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 5, 16~24 (1973).
- 조미경, 이원중 : 보리가루를 이용한 고식이섬유빵의 제조, *한국식품과학회지*, 28, 702~706 (1996).
- 이철, 배송환, 양한철 : 쌀보리 및 쌀보리 밀 복합분의 제빵적성에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 15, 112~117 (1983).
- 김성곤, 최홍식, 권태완, B. L. D'Appolonia, P. E. Marston : 밀-쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵시험, *한국식품과학회지*, 10, 11~15 (1978).

21. 홍행홍, 민경찬 : 제과·제빵사 시험, 광문각, p.277~279 (1998).
 22. 허명희 : SAS분산분석, 자유아카데미, p. 25~33 (1988).
 23. Duncan, D. B : Multiple range and multiple F-test, *Biometrics*, 11, 1 (1955).
 24. 오희정, 이서래 : 보리가루에서 분리한 β -Glucan의 생리적 기능성, *한국식품과학회지*, 28, 689~695 (1996).
-
- (2000년 8월 24일 접수)