

## 비지와 막걸리박을 이용한 고식이섬유 빵의 제조

조미경 · 이원종<sup>†</sup>

강릉대학교 식품과학과

### Preparation of High-Fiber Bread with Soybean Curd Residue and Makkolli(Rice Wine) Residue

Mi-Kyung Cho and Won-Jong Lee<sup>†</sup>

Dept. of Food Science, Kang Nung National University, Kangnung 210-702, Korea

#### Abstract

Soybean curd residue contained 59.0% dietary fiber and makkolli residue contained 26.0% dietary fiber. The breads made from flour consisting of 90% wheat flour and 10% fiber materials were compared with that made with 100% wheat flour in terms of baking performance and consumer acceptance. Replacement of 10% wheat flour by soybean curd residue or makkolli residue increased water absorption and loaf weight, but reduced loaf volume. Sensory panels could not accept favorably the bread made with the soybean curd residue or makkolli residue in flour replacement at 10% level. The protein content was increased from 13.5% to 15.4% in bread containing 10% soybean curd residue and to 16.4% in bread containing makkolli residue. The dietary fiber contents of the bread with soybean curd residue and the bread with makkolli residue were three-fold and two-fold higher than the bread with flour.

**Key words:** bread, soybean curd residue, makkolli-residue, dietary fiber

#### 서 론

식이섬유는 인간의 소화효소에 의해서 분해되지 않는 물질로 영양적 가치가 없는 것으로 생각되어 왔으나, 1970년대에 그 생리활성이 보고된 후, 식이섬유에 대한 관심이 높아지고 있다. 식이섬유는 크게 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유로 구분된다. 불용성 식이섬유는 주로 식물세포벽의 구성성분으로서 cellulose, lignin 및 일부 hemicellulose이며, 야채와 밀기울 그리고 대부분의 곡류 및 채소류에 풍부하고, 수용성 식이섬유는 pectin, gum 및  $\beta$ -glucan이며 과일, 콩류, 보리, 귀리 등에 많이 함유되어 있다(1).

식이섬유의 생리적인 기능을 보면 불용성 식이섬유는 수분흡수력이 강하여 포만감을 주며, 변을 묽게하여 통변을 쉽게함으로써 장에서의 이동시간을 감소시키는 반면, 수용성 식이섬유는 담즙산이나 무기질과 결합하거나 또는 점도를 증가시켜 영양분의 흡수를 느리게 하고 장내세균의 기질로 이용되어 장의 pH를 변화시키는 것으로 보고되고 있다(2).

최근 대장암, 동맥경화, 고혈압 그리고 당뇨병 등의 성인병의 증가는 식이섬유의 섭취와 관련있다는 보고(3) 이후로 식이섬유의 섭취를 권장하고 있다. 즉, 미국에서는 하루 섭취 권장량을 20~40g으로, 일본의 경우 20~30g으로 권장하고 있다. 우리나라의 경우 평균 15g 정도 섭취하고 있으나 매년 감소되고 있는 것으로 보고되었다(4).

식이섬유의 섭취를 증가시키기 위한 방안으로는 빵, 케익, 음료 등의 식품에 식이섬유를 인위적으로 첨가하는 방법을 들 수 있다. 강 등(5)은 Fibrex사의 시판 식이섬유, pectin, 사과분말 등을 이용하여 식이섬유 첨가가 케익의 노화에 미치는 영향을 보고한 바 있으며, 최와 김(6)은 wheat bran과 cellulose, pectin 등의 식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관하여 보고하였다. 또한 홍 등(7)은 면류제조시 식이섬유원으로 사과쥬스박과 두유박의 이용 효과를 보고하였다.

본 연구에서는 식이섬유를 많이 함유한 비지, 막걸리박을 건조, 분쇄한 후 10%를 밀가루에 혼합하여 빵을 제조한 후 식이섬유 함량과 물리적 성질을 측정할

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

뿐만 아니라 관능검사를 실시하여 식이섬유가 풍부한 빵을 만들고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

비지는 강릉 초당두부 공장에서, 막걸리박은 강릉 막걸리 공장에서 쌀막걸리(쌀 100%)를 제조한 후 생산된 것으로 구입하여 50°C에서 12시간 동안 열풍건조한 후 coffee mill(Krups Type 203)을 사용하여 분쇄한 후 시료로 사용하였다. 밀가루는 대한제분(주)에서 생산하는 제빵용 밀가루(강력 1등급)를 사용하였으며, 밀가루의 일반성분은 수분 13.1%, 단백질 12.8%(N×5.7), 회분 0.5%이었다.

### 제빵 방법

제빵공정은 AACC straight dough method(10-10A)를 적용하였다(8). Baking formula는 밀가루 100g, 설탕 6.0g, 소금 3.0g, 식물성 마아가린 3.0g, active dry yeast 5.0g이었다. 반죽에 필요한 물의 함량은 밀가루 중량의 54.5%, 10%의 비지를 혼합하였을 경우는 58.0%, 10%의 막걸리박을 혼합하였을 경우는 55.5%이었다. 밀가루에 식이섬유가 풍부한 비지, 막걸리박가루를 10%의 비율로 혼합한 다음 기타원료를 첨가하여 Dough Mixer(Japan national)에서 3분 정도 반죽한 후, 온도 30°C, 습도(relative humidity, R.H.) 85%인 Fermentation Cabinet(Japan national)에서 80분간 발효시켰다. 1차 발효는 55분간 행하였으며, 부풀어 오른 반죽은 3/16-in. roll spacing으로 1차 punch를 한 후, 다시 bowl에 넣고 25분 후 2차 punch를 하였다. 10분 후 pan에 넣어서 40분간 발효시킨 다음 Baking Oven(Japan national)에 넣고 218°C에서 25분간 baking하였다. 제조한 빵의 부피는 제빵 후 실온에서 1시간 동안 식힌 후 종자치환법으로 측정하였다.

### 일반성분 분석

식이섬유원을 밀가루에 첨가하여 제조한 빵의 수분, 조단백질, 조지방, 회분 등은 AOAC방법(9)에 따라 분석하였다.

### 총, 수용성, 불용성 식이섬유함량 분석

총, 수용성, 불용성 식이섬유 함량은 효소중량법인 Prosky 등(10)의 방법으로 측정하였다. 시료를  $\alpha$ -amy-

lase, amyloglucosidase, protease 등으로 처리 후 여과하여 불용성 식이섬유를 분리하고, 수용성 식이섬유는 ethanol을 첨가하여 침전시켜 분리 후 건조하여 무게를 측정하였다. 무게를 측정 후 단백질 함량은 Kjeldahl 방법으로 측정하고 회분은 525°C에서 5시간 회화시킨 후 무게를 측정하였다. 건조 후의 무게에서 단백질과 회분 함량을 뺀 값을 식이섬유 함량으로 계산하였다. 총 식이섬유 함량은 측정된 불용성과 수용성 식이섬유 함량의 합으로 하였다.

### 수분흡착력 측정

수분 흡착력은 Artz 등(11)의 방법에 의하여 측정하였다. 분쇄한 시료 1g을 50ml 원심분리용 시험관에 넣고 증류수 20ml를 첨가한 후 10분간 방치한 후 30분 동안 10분 간격으로 30초씩 저어준 후 10,000rpm에서 25분간 원심분리를 하였다. 빵의 경우 2g의 건조 분쇄된 빵에 20ml 증류수를 첨가한 후 25°C에서 15분간 방치 후 9,000rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 제거한 후 pellet의 무게를 측정하였다.

### Oil 흡수력 측정

Oil 흡수력은 Lin 등(12)의 방법에 의하여 측정하였다. 분쇄한 시료 0.5g과 corn oil 5ml를 원심분리용 시험관에 넣고 30분 동안 10분 간격으로 30초씩 저어준 후 10,000rpm에서 25분간 원심분리 후 oil을 제거한 다음 무게를 측정하였다.

### 빵의 물성분석

제빵 후 시료를 밀봉한 다음 24시간 후 Rheometer (Fudoh, Tokyo, Japan)로 two bite compression test를 실시하였다. 각 시료는 빵의 내부(crumb)의 중심부에서 채취하여 사용하였으며, 시료 크기는 30×30mm, probe는 No. 21, chart speed는 180mm/min, bite speed는 six times per minute, force range는 1kg이었다.

### 관능검사

관능검사요원은 강릉대학교 식품과학과 학생 13명을 선별하여, 10%의 비지, 쌀막걸리박을 밀가루와 혼합하여 만든 제빵을 색, 외형, 속결의 질감, 입안에서의 느낌, 전체적인 선호도를 1~7의 범위로 평가하였다. 각 시료를 밀가루빵과 비교하기 위하여 분산분석을 행하였고 시료간의 유의차 검정을 위하여 Duncan의 다중범위 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 식이섬유원의 일반 성분

AOAC방법(9)에 의하여 비지와 막걸리박의 수분, 단백질, 지방, 회분, 총 식이섬유 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 비지의 단백질 함량은 17.3%, 쌀막걸리박가루의 단백질 함량은 38.3%이었다. 비지와 쌀막걸리박가루는 각각 11.3%, 9.1%의 많은 지질을 함유하고 있었으며, 비지의 회분 함량은 3.4%이었으나 막걸리박의 회분 함량은 0.9%에 불과하였다. 비지는 59.0%의 식이섬유를 함유하였고, 쌀막걸리박가루는 26.0%의 식이섬유를 함유하였다. 비지가루는 48.6%의 불용성 식이섬유를 함유하였으며, 쌀막걸리박가루는 23.4%의 불용성 식이섬유를 함유하고 있었다(Table 2). 밀가루의 식이섬유 함량은 수용성 식이섬유가 0.8%, 불용성 식이섬유는 1.9%를 함유하였으며, 이는 Ranhotra 등(13)이 보고한 밀가루의 총 식이섬유 함량 2.5%, 수용성 식이섬유 1.1%와 비슷한 값이었다.

### 물리적 성질

식이섬유원의 수분 흡착력은 소화력 저하, 변의 부피와 무게 증가, 혈청 triglyceride를 낮추는 기전과 관련이 있다고 보고된 바 있다(14). 비지가루와 막걸리박가루의 수분 흡착력과 oil 흡착력은 Table 3과 같다. 비지가루가 395%로 높은 수분 흡착력을 나타내 시판용 밀

기울(Multifoods Inc. Willowdale, Ontario, Canada)의 수분 흡착력 보다 낮았지만, 비지의 경우는 Soy fiber (Dietary fiber soy fiber fine TF 06070, Lauhoff Grain Co. Danville, IL 61832, U.S.A.) 보다는 높았다. 막걸리박은 시판용 밀기울이나 soy fiber 보다 낮았다. McConnell 등(15)은 수분 흡착력은 식이섬유의 종류, 함량, 입자 크기에 따라 크게 영향을 받는다고 하였다. 비지의 oil 흡착력은 190%로 시판용 wheat bran에 비해 낮았으나 soy fiber 보다 높은 것으로 나타났다. 막걸리박의 oil 흡착력은 125%로 밀기울이나 soy fiber 보다 낮았다.

### 제빵 적성

식이섬유가 풍부한 비지, 쌀막걸리박가루를 혼합했을 때의 제빵성질은 Table 4와 같다. 제빵 공정에 있어, 식이섬유원을 첨가함에 따라 수분 흡수율, 빵의 무게는 증가했지만, 빵의 부피는 감소했다. 비지가루의 첨가로 수분 흡수율이 증가하였으며, 이런 높은 수분 흡수율은 식이섬유의 강한 수분 흡착력과 관련있다고 생각된다. 빵의 무게는 수분량과 관련이 있어 식이섬유원이 첨가됨에 따라 빵의 무게가 증가되었는데, 제빵시 수분이 가장 많이 소요되었던 비지빵의 경우 다른 빵에 비해 153.8g으로 가장 높았다. 비지와 쌀막걸리박가루를 10% 혼합시 밀가루빵에 비해 빵의 부피가 크게 감소하였다. 식이섬유 첨가시의 빵의 부피 감소에 대하여 Pomeranz 등(16)은 gluten dilution에 의한 것이라고

Table 1. Chemical composition of soybean curd residue and makkolli residue (%)

	Moisture		Dry basis			
	Wet	Dried	Protein	Lipid	Ash	Dietary fiber
Wheat flour	13.1		12.8	2.4	0.5	2.7
Soybean curd residue	63.7	6.3	17.3	11.3	3.4	59.0
Makkolli residue	86.8	7.4	38.3	9.1	0.9	26.0

Table 2. Dietary fiber contents of soybean curd residue and makkolli residue (% dry basis)

Fibrous materials	Dietary fiber		
	Soluble	Insoluble	Total
Wheat flour	0.8	1.9	2.7
Soybean curd residue	10.4	48.6	59.0
Makkolli residue	2.6	23.4	26.0

Table 3. Physical properties of soybean curd residue and makkolli residue (% dry basis)

Fibrous material	Water holding capacity	Oil absorption
Soybean curd residue	395	190
Makkolli residue	256	125
Wheat bran	424	294
Soy fiber	383	141

Table 4. Effect of soybean curd residue and makkolli residue on bread baking

Fibrous material	Water absorption(%)	Mixing time(min)	Loaf volume(cm <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>	Loaf weight(g)
Control	54.5	2.5	660±28.3	135.5±4.7
Soybean curd residue	58.0	3.0	400± 9.1	153.8±0.5
Makkolli residue	55.5	2.5	390± 5.4	145.2±2.0

<sup>1)</sup>Each value is the mean of four replications

Table 5. Mechanical properties of bread with soybean curd residue and makkolli residue at 10% replacement

Fibrous material	Hardness	Cohesiveness	Gumminess
Control	0.51±0.02 <sup>1)</sup>	1.43±0.09	0.78±0.05
Soybean curd residue	0.63±0.02	1.50±0.05	0.95±0.15
Makkolli residue	0.71±0.02	1.89±0.07	1.38±0.32

<sup>1)</sup>Mean scores±standard deviation

Table 6. Chemical composition of bread containing soybean curd residue and makkolli residue at 10% replacement

Fibrous material	Moisture(%)	Dry basis(%)			
		Protein	lipid	Ash	Dietary fiber
Control	30.0	13.5	1.9	1.9	3.0
Soybean curd residue	36.3	15.4	2.6	2.1	8.5
Makkolli residue	33.5	16.4	1.9	1.9	6.0

Table 7. Sensory evaluation of bread with soybean curd residue and makkolli residue

Fibrous material	Color <sup>1)</sup>	Appearance <sup>2)</sup>	Crumb texture <sup>3)</sup>	Mouthfeel <sup>4)</sup>	Overall preference <sup>5)</sup>
Control	5.2±0.6a <sup>6)</sup>	5.5±0.5a	5.3±0.6a	5.3±0.5a	5.7±0.5a
Soybean curd residue	3.5±0.9b	3.2±0.6b	3.8±0.9b	3.8±0.8b	3.9±0.6b
Makkolli residue	4.2±1.1b	2.7±0.5b	3.2±0.7c	2.9±0.9c	3.2±1.0c

<sup>1)</sup>1=light brown, 7=very dark brown

<sup>2)</sup>1=very bad, 7=very good

<sup>3)</sup>1=coarse, very hard, 7=smooth, extremely soft

<sup>4)</sup>1=abrasive, 7=non abrasive

<sup>5)</sup>1=dislike very much, 7=like very much

<sup>6)</sup>Mean scores±standard deviation within columns followed by the same letters are not significantly different( $p \leq 0.05$ )

보고했으며, Chen 등(17)은 gluten과 식이섬유원간의 작용에 의한 것이라고 보고했다. Rheometer를 사용하여 측정된 빵의 물리적 특성은 Table 5와 같다. 비지가루와 쌀막걸리박가루로 만든 빵은 높은 경도, 응집성과 겹성을 나타내는 등 밀가루빵에 비해 부드러워 보이지 않고 다소 거친 감촉을 나타냈다.

#### 제빵후 일반성분 함량

비지와 막걸리박을 10% 혼합하여 제조한 빵의 일반 성분은 Table 6과 같다. 비지빵의 단백질 함량은 15.4%로 나타났으며, 쌀막걸리박의 빵은 16.4%로 가장 많은 양의 단백질을 함유하였다. 이는 원료 중 쌀막걸리박의 단백질 함량이 높은 것과 일치했다. 지질 함량은 비지빵이 2.6%를 나타냈으나 막걸리빵은 밀가루빵과 큰 차이를 나타내지 않았으며, 회분 함량 또한 1.9~2.1%

로 큰 차이를 나타내지 않았다. 반면에 식이섬유 함량은 비지빵의 경우 8.5%로써 많은 양을 함유하였으며, 쌀막걸리박의 빵은 6.0% 함유하여 밀가루빵의 3%보다 월등히 높았다. 비지와 쌀막걸리박으로 제조한 빵은 수용성 식이섬유 보다는 불용성 식이섬유를 많이 함유한 것으로 나타나 총 식이섬유 함량의 73%, 80%를 차지하였다.

#### 관능검사

밀가루빵과 비지와 막걸리박을 10% 혼합하여 제조한 빵으로 관능검사를 실시하여 색, 외형, 속결의 질감, 입에서의 느낌, 전체적인 기호도 등을 검사한 결과는 Table 7과 같다. 관능검사결과 비지빵과 막걸리박의 관능적 성질은 100% 밀가루빵에 비하여 품질이 떨어졌다. 막걸리박으로 제조한 빵은 밀가루빵에 비해 밝

은 색을 띠었으며 신맛이 강하여 빵에 대한 선호도가 가장 낮았다. 비지빵 또한 빵의 껍질 색면에서 가장 낮은 점수를 나타냈으며 이는 비지가루가 지니고 있는 노란색 때문인 것으로 생각된다.

### 요 약

비지는 59.0%의 식이섬유를 함유하였고 막걸리박은 26.0%의 식이섬유를 함유하였다. 밀가루에 비지나 막걸리박을 10% 혼합하여 빵을 만들어 제빵 특성을 100% 밀가루빵과 비교하였다. 비지나 막걸리박을 10% 혼합하였을 때 반죽의 수분 흡수율과 빵의 무게는 증가하였으나 빵의 부피는 40% 정도 감소하였다. 관능검사 결과 비지빵과 막걸리빵의 색깔, 모양, 속결의 질감 등은 100% 밀가루빵에 비하여 품질이 떨어졌다. 비지빵의 경우 단백질 함량은 밀가루빵의 13.5%에서 15.4%로 증가하였고, 막걸리빵의 경우 16.4%로 증가하였다. 빵의 식이섬유 함량은 비지빵의 경우 밀가루빵의 3배, 막걸리빵의 경우 2배로 증가하였다.

### 문 헌

1. Barbara, O. and Schneeman, B. O. : Dietary fiber. *Food Technol.*, **43**, 133(1989)
2. Blackburn, N. A., Redferm, J. S. and Jarjis, O. H. : The mechanism of action of guar gum in improving glucose tolerance in man. *Clin. Sci.*, **66**, 329(1984)
3. Trowell, H., Burkitt, D. and Heaton, K. : Dietary fiber, fiber-depleted foods and disease. Academic Press, London, p.31(1985)
4. 이혜성, 이연경, 서영주 : 한국인의 식이섬유섭취의 연차적 추이. *한국영양학회 추계 심포지움*, p.47(1992)
5. 강규찬, 백상용, 이규순 : 식이성 섬유 첨가의 케익의 노화에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **22**, 19(1990)
6. 최인자, 김영아 : 식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구. *한국조리과학회지*, **8**, 281(1992)
7. 홍재식, 김명곤, 윤수, 유남수, 김용규 : 사과쥬스박과 두유박으로부터 제조한 식이섬유원을 보강한 면류제조. *한국농화학회지*, **36**, 80(1993)
8. AACC : *Approved Methods of the AACC*. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N.(1983)
9. A.O.A.C : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C.(1984)
10. Prosky, L., Asp, N. G., Furda, I., Devries, J. W., Schweizer, T. F. and Harland, B. A. : Determination of total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**, 677(1987)
11. Artz, W. E., Narren, C. and Villota, R. : Twin-screw extrusion modification of a corn fiber and corn starch extruded blend. *J. Food Sci.*, **55**, 746(1990)
12. Lin, M. J. Y., Humbert, E. S. and Sosulski, F. W. : Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.*, **39**, 368(1974)
13. Ranhostra, G. S., Gelroth, J. A. and Astroth, K. : Total and soluble fiber in selected bakery and other cereal products. *Cereal Chem.*, **67**, 499(1990)
14. Schneeman, B. O. : Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. *Food Technol.*, **41**, 81(1987)
15. McConnell, A. A., Eastwood, M. A. and Mitchell, W. D. : Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *J. Food Sci. Fd. Agric.*, **25**, 1457(1974)
16. Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Finney, K. F. and Bechtel, D. B. : Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, **54**, 25(1977)
17. Chen, H., Rubenthaler, G. L. and Schanus, E. G. : Effects of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. Food Sci.*, **53**, 304(1988)

(1996년 4월 19일 접수)