

## 보리가루를 이용한 고식이섬유 빵의 제조

조미경 · 이원중  
강릉대학교 식품과학과

### Preparation of High-Fiber Bread with Barley Flour

Mi Kyung Cho and Won Jong Lee

Department of Food Science, Kang Nung National University

#### Abstract

Husked barley contained 17.2% dietary fiber and naked barley contained 14.9% dietary fiber. The barley was ground in a Udy cyclotec mill having a 0.5 mm screen and sieved with a 400-mesh screen (38  $\mu$ m openings). Coarse material of naked barley retained by the screen, with a weight yield of 54.1%, contained 7.0% soluble dietary fiber, 13.9% insoluble dietary fiber and 20.9% total dietary fiber. As the naked barley flour level increased in bread baking, the water absorption, mixing time, and loaf weight increased, but the loaf volume decreased. Barley flour was added to wheat flour at a replacement level of 10% without a large adverse effect on bread quality, and the dietary fiber content of bread was increased from 3.0% to 5.0%. The soluble dietary fiber content was not changed, but the insoluble dietary fiber content was increased during the baking process.

Key words: barley, dietary fiber, bread

#### 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<sup>(1)</sup>.

식이섬유의 생리적인 기능을 보면 불용성 식이섬유는 수분 흡수력이 강하여 포만감을 주며, 변을 묽게 하여 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<sup>(2)</sup>.

Anderson 등<sup>(3)</sup>은 수용성 식이섬유가 풍부한 귀리를

섭취함으로써 혈중 콜레스테롤의 농도를 낮출 수 있었다고 보고하였다. 환자 20명에게 100 g의 귀리를 3주간 섭취시킨 결과 혈중 콜레스테롤의 농도를 19%로 낮출 수 있었으며, 이는 귀리속에 풍부한 수용성 식이섬유인 (1-3)(1-4)- $\beta$ -glucan이 콜레스테롤의 함량을 낮출 수 있는 능력을 갖고 있기 때문인 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 보리를 분쇄한 후 sieve를 이용하여 전분이 풍부한 부분과 식이섬유가 풍부한 부분으로 분리하여 식이섬유가 풍부한 보리가루를 제조하였다. 식이섬유가 풍부한 시료를 밀가루에 10, 20, 30% 혼합하여 빵을 제조한 후 식이섬유 함량과 물리적 성질을 측정하여 식이섬유가 풍부한 빵을 만들 수 있도록 그 혼합 formula를 알아보고자 하였으며, 제빵과정 중 (mixing, 발효후, baking후) 식이섬유의 함량변화를 조사하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

경남지역에서 수확한 곁보리를 구입하여 도정수율이 무게비로 68%가 되도록 도정하였으며, 쌀보리는 강원도 삼척지역에서 구입하여 도정하지 않고 시료로

Corresponding author: Won Jong Lee, Department of Food Science, Kang Nung National University, Kang Nung, Kangwon-do 210-702, Korea

이용하였다.

**고식이섬유 보리가루 제조**

식이섬유가 풍부한 보리가루의 제조를 위해서 보리 100 g을 Udy cyclone mill (sieve size 0.5 mm)를 통과 시킨 후 400 mesh (38 µm)위에서 60분간 교반하여 체 위에 남은 부분(fraction B)을 이용하였다(Fig. 1).

**제빵방법**

제빵공정은 AACC straight dough method (10-10A)<sup>(4)</sup>를 적용하였다. 밀가루에 식이섬유가 풍부한 부분의 보리가루를 10, 20, 30%의 비율로 혼합한 다음 기타 원료를 첨가하여 Dough Mixer (Japan National)에서 3분정도 반죽한 후, 온도 30°C, 습도(relative humidity, R.H.) 85%인 Fermentation Cabinet (Japan National)에서 80분간 발효시켰다. 1차발효는 55분간 행하였으며, 부풀어 오른 반죽은 3/16-in. roll spacing으로 1차 punch를 한 후, 다시 bowl에 넣고 25분후 2차 punch를 하였다. 10분후 pan에 넣어서 40분간 발효시킨 다음 Baking Oven (Japan National)에 넣고 218°C에서 25분간 baking하였다. 제조한 빵의 부피는 제빵 후 실온에서 1시간 식힌 후 종자치환법으로 측정하였다.

**일반 성분 분석**

식이섬유가 풍부한 보리가루를 밀가루에 첨가하여

제조한 빵의 수분함량은 105°C 건조법, 단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 회분 함량은 건식회화법 등 AOAC 방법<sup>(5)</sup>에 따라 분석하였다.

**총, 수용성, 불용성 식이섬유 함량분석**

총, 수용성, 불용성 식이섬유 함량은 효소중량법인 Prosky 등<sup>(6)</sup>의 방법으로 측정하였다.

시료를 α-amylase, amyloglucosidase, protease 등으로 처리후 여과하여 불용성 식이섬유를 분리하고, 수용성 식이섬유는 ethanol을 첨가하여 침전시켜 분리 후 건조하여 무게를 측정하였다. 무게를 측정후 단백질 함량은 Kjeldahl방법으로 측정하고 회분은 525°C에서 5시간 회화시킨 후 무게를 측정하였다. 건조후의 무게에서 단백질과 회분 함량을 뺀 값을 식이섬유 함량으로 계산하였다. 총 식이섬유 함량은 측정된 불용성과 수용성 식이섬유 함량의 합으로 하였다.

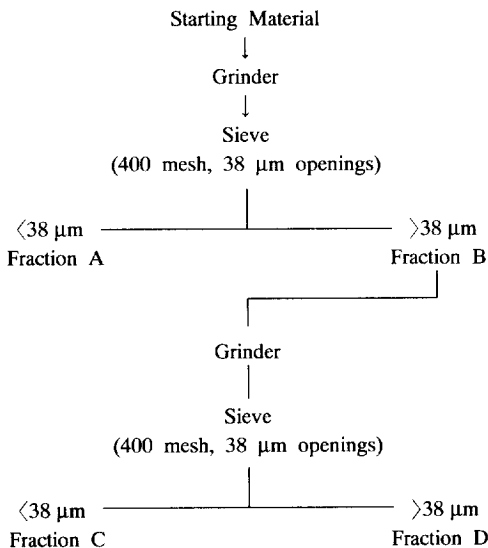
**관능검사**

관능검사요원으로 강릉대학교 식품과학과 학생 13명을 선발하여, 10%의 보리가루를 밀가루와 혼합하여 만든 빵의 색, 외형, crumb texture, mouthfeel, 전체적인 선호도를 1-7의 범위로 평가하였다. 각 시료를 100% 밀가루빵과 비교하기 위하여 분산분석을 행하였고 시료간의 유의차 검정을 위하여 다중범위 검정을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**보리의 일반성분**

보리의 단백질 함량은 쌀보리의 경우 11.2%, 겉보리는 10.4%이었으며, 겉보리는 무게비로 68%가 되도록 도정하였을 때 단백질 함량이 9.3%로 감소되었다(Table 1). 겉보리의 총 식이섬유 함량은 17.2%이었으나 도정 후에는 7.3%로 감소하였으며 쌀보리는 14.9%의 총 식이섬유를 함유하여 도정하지 않고도 고식이섬유 자원으로 이용할 가치가 높았다. 겉보리는 도정 후에 지질, 회분 함량이 모두 감소하였다. 주 등<sup>(7)</sup>은 밀,



**Fig. 1. Grinding and sieving of barley; Barley (100 g) was ground in Udy sample mill (0.5 mm screen) and sieved for 1 hr on a Ro-Tap sieve shaker**

**Table 1. Chemical composition of barley (%)**

	Moisture	Dry basis			
		Protein	Lipid	Ash	TDF <sup>1)</sup>
Naked barley	11.3	11.2	2.8	1.8	14.9
Husked barley					
Before pearling	10.8	10.4	3.2	1.8	17.2
After pearling	11.8	9.3	1.8	0.8	7.3

<sup>1)</sup>TDF: Total dietary fiber

**Table 2. Yields and total dietary fiber contents of barley** (% , dry basis)

Fraction	Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Yield		TDF <sup>1)</sup>	
		Naked	Husked	Naked	Husked
Raw barley		100.0	100.0	14.9	7.3
Fraction A	<38	41.5	52.0	6.7	3.1
Fraction B	>38	54.1	45.0	20.9	13.1
Fraction C	<38	14.3	9.9	10.2	3.9
Fraction D	>38	39.3	32.2	29.8	15.0

<sup>1)</sup>TDF: Total dietary fiber**Table 3. Contents and percent increase of dietary fiber during processing of barley** (% , dry basis)

Material	Unprocessed flour			Processed flour			Percent increase
	SDF <sup>1)</sup>	IDF <sup>2)</sup>	TDF <sup>3)</sup>	SDF	IDF	TDF	
Naked barley	4.9	10.0	14.9	7.0	13.9	20.9	140
Husked barley	3.5	3.8	7.3	7.1	6.0	13.1	180

<sup>1)</sup>SDF: Soluble dietary fiber<sup>2)</sup>IDF: Insoluble dietary fiber<sup>3)</sup>TDF: Total dietary fiber

보리 및 쌀보리의 일반성분은 도정도가 증가할수록 단백질, 지방, 회분 함량이 감소한다고 보고한 바 있다.

#### 고식이섬유 보리가루의 제조

쌀보리는 도정하지 않고 시료로 사용하였고 겉보리는 husk를 제거하기 위하여 무게비로 68%가 되도록 도정하여 시료로 사용하였다. Udy cyclone mill (sieve size 0.5 mm)로 분쇄한 후 sieve (400 mesh screen, 38  $\mu\text{m}$  openings)를 사용하여 식이섬유가 풍부한 부분을 분리하였다. Sieve 위에 있는 부분인 fraction B는 쌀보리의 경우 처음 무게의 54.1%, 겉보리의 경우 45%에 해당하였으며, fraction B를 다시 분쇄하고 같은 sieve를 사용하여 분리한 결과 체 위에 있는 물질인 fraction D의 수율은 각각 39.3%, 32.3%이었다(Table 2). Danielson 등<sup>(9)</sup>의 보고서에서 air classification을 이용하여 분리한  $\beta$ -glucan이 풍부한 부분의 수율이 16%이었던 것에 비하면, 본 실험에서는 식이섬유가 풍부한 부분을 훨씬 더 많이 얻을 수 있었다.

식이섬유 함량은 쌀보리의 경우 1차로 얻은 fraction B가 수용성 식이섬유 7.0%, 불용성 식이섬유 13.9%, 총 식이섬유 20.9%를 함유하였다. 겉보리는 1차인 fraction B가 수용성 식이섬유 7.1%, 불용성 식이섬유 6.0%, 총 식이섬유 13.1%를 함유하였다. 한 차례만 분

**Table 4. Effect of barley flour (fraction B) on bread baking**

Barley addition	Water absorption (%)	Mixing time (min)	Loaf volume ( $\text{cm}^3$ )	Loaf weight (g)
Control	54.5	2.5	660	135.5
Naked barley				
10%	55.5	2.8	640	143.1
20%	56.5	3.0	560	147.8
30%	57.5	3.3	450	152.6
Husked barley				
10%	55.5	2.8	635	142.8
20%	56.0	3.0	560	144.5
30%	57.0	3.3	478	146.5

쇄하여 분리한 Fraction B의 경우 원료 시료에 비하여 쌀보리 1.4배, 겉보리 1.8배 증가하였다(Table 3).

#### 제빵 특성

식이섬유가 풍부한 보리가루(Fraction B)를 밀가루에 10, 20, 30% 혼합하여 제빵하였을 때 보리가루의 첨가비율이 증가함에 따라 수분흡수율(water absorption), 반죽시간(mixing time), 빵의 무게(loaf weight)는 증가하였으나 빵의 부피(loaf volume)는 감소하였다(Table 4). 수분흡수율은 쌀보리 10% 첨가시 55.5%에서 30%첨가시 57.5%로 증가하였다. 보리가루를 10% 첨가시 쌀보리빵의 부피는 밀가루빵보다 20 ml, 겉보리빵의 경우 25 ml 감소하였으나, 30% 대체시 쌀보리빵의 부피는 210 ml 감소하였고 겉보리빵은 182 ml가 감소하였다. 밀가루빵은 무엇보다도 곡류 단백질인 글루텐의 함량과 이의 이화학적 성질에 따라 빵의 부피에 상당한 차이가 있으므로 밀가루에 보리가루를 첨가하여 생산된 빵의 경우 용적이 밀가루빵보다 다소 감소하는 경향을 보이기는 했으나, 대체로 아주 양호한 결과를 보였다.

#### 제빵 후 일반성분 함량

보리가루를 10% 혼합하여 만든 빵의 일반성분은 Table 5와 같다. 제빵후 단백질, 지질, 회분의 함량은 원료 밀가루와 비교하여 큰 차이를 나타내지 않았으나, 총 식이섬유 함량은 밀가루빵이 3.0% 함유한 반면에 쌀보리빵은 5.0%, 겉보리빵은 4.0%를 함유하였다.

시중에서 판매되고 있는 식빵 5종을 수집하여 식이섬유 함량을 조사한 결과 총 식이섬유는 3.1-6.3%를 함유하였으며 수용성 식이섬유는 0.8-1.6%, 불용성 식이섬유는 2.1-4.7%를 함유하였다. 본 실험실에서 보리가루를 10% 첨가하여 제조한 빵은 시중의 보리빵이 식이섬유의 조성비와 비슷하여 수용성 1.4%, 불용성 3.

**Table 5. Chemical composition of bread containing 10% barley flour (fraction B)**

Barley flour	Moisture (%)	Dry basis (%)			
		Protein	Lipid	Ash	TDF <sup>1)</sup>
Control <sup>2)</sup>	30.0	13.5	1.9	1.9	3.0
Naked barley <sup>3)</sup>	32.5	13.7	2.0	1.9	5.0
Husked barley <sup>4)</sup>	32.1	13.2	1.9	2.0	4.0

<sup>1)</sup>TDF: Total dietary fiber

<sup>2)</sup>Control: Bread containing 100% wheat flour

<sup>3)</sup>Naked barley: Bread containing 10% barley flour (fraction B)

<sup>4)</sup>Husked barley: Bread containing 10% barley flour (fraction B)

**Table 6. Dietary fiber contents of commercial breads and laboratory barley breads (% dry basis)**

Sample	SDF <sup>1)</sup>	IDF <sup>2)</sup>	TDF <sup>3)</sup>
<b>Commercial</b>			
White	1.1	2.1	3.2
Corn	0.8	2.3	3.1
Barley	1.5	3.3	4.8
Wheat bran	1.6	4.7	6.3
Rye	2.6	3.6	6.2
<b>Laboratory</b>			
Barley	1.4	3.6	5.0

<sup>1)</sup>SDF: Soluble dietary fiber

<sup>2)</sup>IDF: Insoluble dietary fiber

<sup>3)</sup>TDF: Total dietary fiber

6%, 총 식이섬유 5.0%를 함유하였다 (Table 6).

**제빵과정 중 식이섬유 함량의 변화**

제빵과정동안(mixing, fermentation, baking) 쌀보리가루로 제조한 빵의 식이섬유 함량의 변화를 측정할 결과는 Table 7과 같다. 쌀보리가루를 10% 첨가하여 제빵하는 과정에서 발효하는 동안 수용성 식이섬유는 mixing 때보다는 0.3% 증가하였으나 baking하는 동안에는 0.4% 감소하였다(Table 7). 불용성 식이섬유는 mixing 후에 비하여 발효후 0.7% 증가하였고 baking 후 0.6% 증가하였다. 즉 수용성 식이섬유는 그 함량에서 큰 차이를 나타내지 않았으나 불용성 식이섬유의 경우 증가하여 총 식이섬유의 함량은 3.8%에서 제빵 후 5.0%로 증가하였다.

**관능검사**

밀가루에 식이섬유원으로 쌀보리가루를 10% 혼합하여 제조한 빵으로 관능검사를 실시하여 색, 외형, 내부의 촉감, 입에서의 감촉, 전체적인 기호도 등을 검사한 결과는 Table 8과 같다. 관능검사 결과 쌀보리를 10% 혼합하여 만든 빵은 100% 밀가루빵과 비교하여 모든 평가항목에서 시료들 간에 유의한 차이를 보이

**Table 7. Dietary fiber contents during breadmaking of 10% naked barley flour (% dry basis)**

Dietary fiber	Mixing	Fermentation	Baking
SDF <sup>1)</sup>	1.5	1.8	1.4
IDF <sup>2)</sup>	2.3	3.0	3.6
TDF <sup>3)</sup>	3.8	4.8	5.0

<sup>1)</sup>SDF: Soluble dietary fiber

<sup>2)</sup>IDF: Insoluble dietary fiber

<sup>3)</sup>TDF: Total dietary fiber

**Table 8. Sensory evaluation of breads at 10% replacement with barley flour (fraction B)**

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±0.6 <sup>ab</sup>	5.5±0.5 <sup>a</sup>	5.3±0.6 <sup>a</sup>	5.3±0.5 <sup>a</sup>	5.7±0.5 <sup>a</sup>
Naked barley	3.6±1.1 <sup>a</sup>	5.0±1.0 <sup>a</sup>	5.2±0.5 <sup>a</sup>	5.0±0.7 <sup>a</sup>	5.2±1.0 <sup>a</sup>
Husked barley	5.4±0.8 <sup>a</sup>	5.3±0.6 <sup>a</sup>	5.3±0.8 <sup>a</sup>	5.0±0.7 <sup>a</sup>	5.2±0.7 <sup>a</sup>

<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 ≤ 0.05)

지 않았다. 즉 빵의 제조시에 쌀보리가루를 10% 첨가하여도 빵의 관능적 특성은 크게 변화되지 않았으며 고식이섬유빵의 제조에 보리가루를 이용할 수 있다는 결론을 얻었다.

**요 약**

겉보리는 17.2%의 식이섬유를 함유하였으며 도정 후에는 7.3%를 함유하였다. 도정하지 않은 쌀보리는 14.9%의 식이섬유를 함유하였다. 보리를 Udy cyclone mill로 분쇄한 후 sieve (400 mesh)를 사용하여 식이섬유가 풍부한 부분을 분리한 결과 쌀보리는 7.0% 수용성 식이섬유, 13.9% 불용성 식이섬유, 20.9% 총 식이섬유를 함유하였다. 식이섬유가 풍부한 보리가루를 밀가루에 10, 20, 30% 혼합하여 제빵하였을 때 보리가루의 첨가량이 증가함에 따라 수분흡수율, 반죽시간, 빵의 무게는 증가하였으나 빵의 부피는 감소하였다. 밀가루에 보리가루를 10% 혼합하였을 때 밀가루의 식이섬유는 3.0%에서 3.8%로 증가하였으며 빵의 식이섬유 함량은 3.0%에서 5.0%로 증가하였다. 관능검사 결과 쌀보리가루를 10% 혼합하여 제조한 빵의 관능적 성질은 100% 밀가루빵과 큰 차이를 나타내지 않았다. 제빵후 수용성 식이섬유의 함량은 변화하지 않았으나 불용성 식이섬유의 함량은 증가하여 총 식

이섬유 함량은 증가하였다.

### 감사의 글

이 논문은 1994년 한국학술진흥재단의 지방대학 육성과제 연구비에 의하여 이루어진 결과로 이에 감사를 드립니다.

### 문헌

1. Barbara, O. and Schneeman, B.O.: Dietary fiber. *Food Technol.*, **43**, 133 (1989)
2. Anderson, J.W.: Health implications of wheat fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, **41**, 1103 (1985)
3. Anderson, J.W. and Tietzen-Clark, J.: Dietary fiber: Hyperlipidemia, hypertension and coronary heart disease. *Am. J. Gastroenterol.*, **10**, 907 (1986)
4. A.A.C.C.: *Approved Methods of the AACC*, 8th ed., AACC, St. Paul, M.N. (1983)
5. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., U.S.A. p.32-1 (1995)
6. Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., Dervries, 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)
7. 주진순, 김숙희, 이기열 : 국민 식생활 향상을 위한 맥류의 영양조성과 그 활용에 관한 연구. *한국영양학회지*, **7**, 17 (1974)
8. Danielson, A.D., McGure, C.F., Newman, P.K., Newman, C.W. and Schwarz, P.B.: Dietary fiber content of air classified fraction of hull-less waxy barley. *Barley News*, **33**, 147 (1989)

---

(1996년 4월 12일 접수)