

## 보리의 도정 및 제분분획을 이용한 $\beta$ -Glucan의 강화

이영택 · 석호문\* · 조미경\*\*

경원대학교 식품생물공학과, \*한국식품개발연구원,

\*\*강릉대학교 식품과학과

## $\beta$ -Glucan Enrichment from Pearled Barley and Milled Barley Fractions

Young-Tack Lee, Ho-Moon Seog\* and Mi-Kyung Cho\*\*

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

\*Korea Food Research Institute

\*\*Department of Food Science, Kang-Nung National University

### Abstract

Two hulled and two hull-less barley varieties were investigated for  $\beta$ -glucan enrichment. Hull-less barleys contained higher levels of total  $\beta$ -glucan than hulled barleys, and were thus suitable as starting materials for preparing  $\beta$ -glucan-rich fractions. Particularly, a waxy type (Suweon-291) of hull-less barley was found to have high soluble dietary fiber content containing primarily  $\beta$ -glucan, compared to the other non-waxy barley varieties.  $\beta$ -Glucan content of barley during pearling process was measured, and the highest value was observed at the pearling yield of approximately 70-75%. The pearled barley grains were ground and sieved to yield  $\beta$ -glucan enriched fractions containing up to 22%  $\beta$ -glucan. In the meanwhile, whole barley samples were directly milled by Bühler mill to produce bran, shorts, break flour and reduction flour.  $\beta$ -Glucan contents in the bran and shorts from the milled stream were relatively high, and further concentration of  $\beta$ -glucan could be accomplished by successive sieving of the bran and shorts fractions. Pearled barley and milled stream could be used to prepare barley fractions with  $\beta$ -glucan concentrations 2.4-3.1 times those of the original barley grain. Water solubility of barley  $\beta$ -glucan from pearled barley and the milled stream was in the range of 40-81%.

Key words: barley,  $\beta$ -glucan, milling, enrichment

### 서 론

보리의 비전분 다당류인  $\beta$ -glucan은 곡립내 세포벽을 구성하고 있는 mixed-linked (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucan<sup>(1)</sup>으로서 보리곡립의 약 2-8%<sup>(2,3)</sup>를 차지하고 있다. 보리를 섭취함으로써 체내의 콜레스테롤을 저하시킬 수 있다는 연구가 많이 보고<sup>(4,5)</sup>되고 있으며 이는 주로 고분자 수용성 식이섬유인  $\beta$ -glucan이 점성이 높아 혈관이나 간의 콜레스테롤 함량을 저하시키는 효과<sup>(6,7)</sup>와 연관되어 있기 때문이다. 이와같이 보리는 영양학적인 기능성이 높아 보리가루를 이용한 다양한 가공제품이 모색되고 있으며 또한 보리로부터 생리적으로 유효한 식이섬유 성분인  $\beta$ -glucan을 분리하여 인위적으로 식품에 첨가할 필요성이 대두되고 있다.

보리류의 제분은 밀가루와 달리 충분하게 연구되어 있지 않지만 보리가루를 제조하기 위해서는 보통 정맥기로 도정하여 정맥을 만든 후 분쇄하여 제분<sup>(10,11)</sup>하거나 보리를 직접 밀 제분기에서 가공<sup>(11,12)</sup>할 수 있다. 최근에  $\beta$ -glucan 함량이 높은 중간소재를 식이섬유소가 강화된 식품이나 식품첨가제로 응용하기 위하여 정제된  $\beta$ -glucan 이나  $\beta$ -glucan이 강화된 곡분의 대량 생산에 관심이 모아지고 있다.  $\beta$ -Glucan 함량이 높게 분리된 분획은 추출 및 침전방법<sup>(17,18)</sup>에 의해 제조될 수 있지만 식품첨가를 위해서는 비경제적이어서 분쇄 및 체질 혹은 분쇄 및 기류분급과 같은 건조제분(dry milling)<sup>(19,23)</sup>에 의해서  $\beta$ -glucan을 강화하는 방법에 대해 연구된 바 있다.

본 연구에서는 국내산 보리품종으로부터 기능성 식이섬유인  $\beta$ -glucan 함량을 높일 수 있는 도정 및 제분 방법을 연구하고 제분된 보리가루를 체질함에 의해  $\beta$ -glucan 함량이 높은 분획으로 제조하여 식이섬유의

Corresponding author: Young-Tack Lee, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Sungnam 461-701, Korea

강화를 필요로 하는 가공제품의 중간소재로 활용할 수 있도록 하였다.

### 재료 및 방법

#### 시 료

본 실험에 사용한 보리는 겉보리 2품종과 쌀보리 2품종으로서 겉보리로는 6조 겉보리인 올보리와 2조 겉보리인 진광보리를 사용하였고 쌀보리로는 메성인 무등쌀보리와 찰성인 수원-291을 사용하였다. 보리는 1992년도 수원에서 수확되었으며 농촌진흥청 작물시험장으로부터 제공받아 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

#### 화학성분 분석

보리시료의 일반성분은 AACC 방법<sup>(24)</sup>에 따라, 수분함량은 Air-oven법(AACC 44-15A)으로, 조단백질은 KJELTEC AUTO 1030 Analyzer (Tecator Co., Sweden)를 사용하여 Micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로, 회분은 건식회화법(AACC 08-01)으로 분석하였으며 조지방은 Soxhlet법<sup>(25)</sup>으로 측정하였다. 전분함량은 starch-glucoamylase 방법(AACC 76-11)에 의해 측정하였다. 수용성 식이섬유(SDF), 불용성 식이섬유(IDF), 총식이섬유(TDF) 함량은 Prosky 등의 방법<sup>(26)</sup>에 따라 total dietary fiber assay kit (Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 측정하였다.

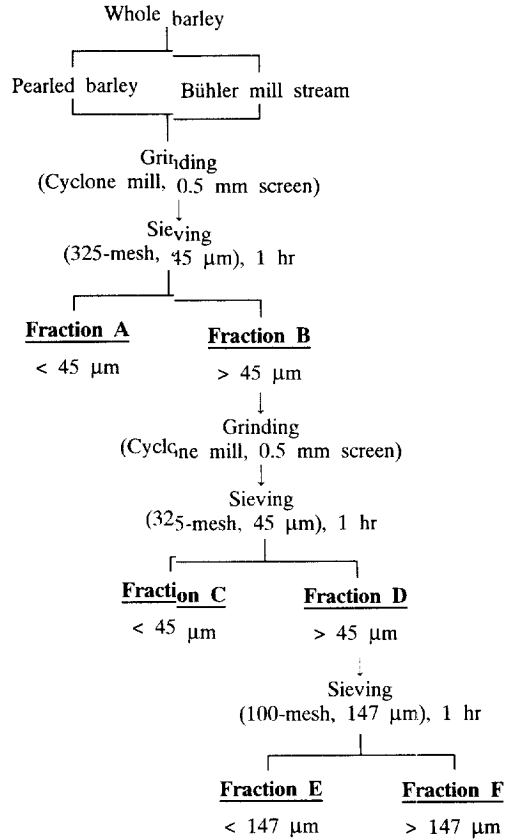


Fig. 1. Successive grinding and sieving of barley materials for preparing  $\beta$ -glucan-rich fractions.

#### 보리가루의 제조

보리가루의 제조는 우선 원맥(whole barley)을 정맥기(Satake test mill, Satake Engineering Co., Japan)로 1차 도정하여 만든 정맥(pearled barley)을 Cyclone sample mill (Tecator Co., Sweden)을 사용하여 분쇄하여 제분하였다. 보리는 또한 Bühler test mill (Type MLU-202, Switzerland)을 사용하여 직접 제분하였는데 이때 수분함량을 13%로하여 24시간 tempering처리 한 후 제분하였으며 break분 3종류(B1, B2, B3)와 reduction분 3종류(R1, R2, R3)가 생산되고 bran과 shorts가 분리되었다.

#### 보리가루의 체질에 의한 분리

$\beta$ -Glucan이 강화된 보리획분을 제조하기 위하여 정맥기에 의해 도정한 정맥과 제분기에 의한 제분분획을 Cyclone sample mill (0.5 mm screen)을 사용하여 분쇄하여 가루로 만들었으며 standard sieves (20 cm-dia., US Tylor Co., 100~325 mesh)를 사용하여 Ro-Tap

sieve shaker (W.S. Tyler Co., USA)에서 1시간 동안 체질하였다.  $\beta$ -Glucan이 풍부한 획분을 얻기 위해 사용한 체질 방법은 Fig. 1에 요약되어 있다.

#### $\beta$ -Glucan 함량 분석

보리의 수용성  $\beta$ -glucan은 Aman과 Graham의 방법<sup>(2)</sup>에 준하여 추출하였다. 수용성  $\beta$ -glucan의 추출을 위해서 0.5 g의 시료를 튜브에 넣고 30 mL 증류수로 38°C의 진탕항온기(75 rpm)에서 2시간동안 추출하였다. 추출후 튜브는 3000 rpm에서 5분간 원심분리하였으며 상정액을 제거하였다. 침전물은 다시 증류수로 세척하여 원심분리(3000 rpm, 5분)하기를 2회 시행하여 불용성  $\beta$ -glucan 측정을 위한 시료로 사용하였다.

보리의 총  $\beta$ -glucan 함량 및 불용성  $\beta$ -glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes<sup>(6)</sup>의 효소적 방법에 의하여 Megazyme  $\beta$ -glucan assay kit (Megazyme Pty, Ltd., Australia)를 사용하여 측정하였다. 수용성  $\beta$ -glucan의 함량은 총  $\beta$ -glucan 함량에서 불용성  $\beta$ -glucan의 함량

을 뺀 수치로 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 보리시료의 일반성분 및 식이섬유 조성

보리시료의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 보리는 전분이 주요 구성성분이며 다음으로 비전분성 다당류, 단백질, 지질, 회분, 그리고 유리당 등의 성분들로 구성되어 있다. 보리품종들의 전분함량은 51~57%의 분포였으며 2조 겉보리인 진광보리가 6조 겉보리인 올보리에 비해 전분함량이 높았으며 무등쌀보리가 수원-291에 비해 전분함량이 높았다. 보리의 단백질 함량은 외피가 없는 쌀보리가 겉보리에 비해 평균 단백질 함량에 있어 약간 높았으며 찰성 쌀보리인 수원-291의 단백질 함량이 15.3%로 가장 높았다. 보리의 회분함량은 2.0~2.4% 범위였으며 겉보리가 쌀보리에 비해 약간 높았다.

보리의 식이섬유를 분석한 결과 품종별 수용성, 불용성 및 총식이섬유 조성은 Table 2와 같다. 보리 품종들의 총식이섬유 함량은 18~24% 범위였으며 일반적으로 겉보리가 쌀보리에 비해 총식이섬유 함량이 높는데 이는 외피를 가지고 있는 겉보리가 쌀보리에 비해 불용성 식이섬유의 함량이 높기 때문이었다. 그러나 무등쌀보리는 외피가 없음에도 불구하고 겉보리의 불용성 식이섬유 함량에 근사하게 높은 것으로 나타나 강층이 두꺼운 것으로 판단되어졌다. 보리품종들의 수용성 식이섬유 함량은 3.9~8.1% 분포를 보여 불용성 식이섬유 함량(9.7~17.6%)에 비해 훨씬 낮았으며 겉보리에서 보다 쌀보리에서 다소 높게 나타났다. 찰성 쌀보리인 수원-291이 메성 쌀보리인 무등쌀보리보다 수용성 식이섬유의 함량이 높았다.

보리의 총  $\beta$ -glucan 함량은 겉보리인 진광보리와 올보리에서 각각 3.6% 와 4.9% 였으며 이에 비해 쌀보리의  $\beta$ -glucan 함량은 수원-291이 7.0%, 무등쌀보리가 5.4%로 겉보리에서 보다 높았다. 쌀보리중에서는 찰

**Table 2. Dietary fiber constituents of hulled and hull-less barley varieties**

Constituents <sup>1)</sup>	Hulled barley		Hull-less barley	
	Ol	Jinkwang	Mudeung	Suweon-291
<b>Dietary fiber</b>				
IDF <sup>2)</sup>	17.6	14.6	14.4	9.7
SDF <sup>3)</sup>	5.9	3.9	5.9	8.1
TDF <sup>4)</sup>	23.5	18.5	20.3	20.3
<b><math>\beta</math>-Glucans</b>				
Total	4.9	3.6	5.4	7.0
Soluble	3.7	2.5	3.2	4.6
Insoluble	1.2	1.1	2.2	2.4
% solubility <sup>5)</sup>	76	69	59	66

<sup>1)</sup> on a dry basis.

<sup>2)</sup> Insoluble dietary fiber.

<sup>3)</sup> Soluble dietary fiber.

<sup>4)</sup> Total dietary fiber.

<sup>5)</sup> Soluble  $\beta$ -glucans as percent of total  $\beta$ -glucans.

성인 수원-291이 메성인 무등쌀보리보다  $\beta$ -glucan 함량이 높게 나타났다. 보리의  $\beta$ -glucan은 수용성 형태나 불용성 형태로 존재하는데 품종간 다소 차이가 있어 총  $\beta$ -glucan 중 수용성 부분이 차지하는 용해성의 정도(% solubility)에 있어서 59~76%의 분포를 나타냈다. 수용성 식이섬유의 함량이 높은 보리일수록  $\beta$ -glucan 함량이 높게 나타나 수용성 식이섬유와  $\beta$ -glucan은 서로 밀접하게 관련되어 있는 것으로 보이며 그중 수용성  $\beta$ -glucan이 수용성 식이섬유의 54~64%를 차지하고 있어 보리에 있어  $\beta$ -glucan은 수용성 식이섬유의 상당한 부분을 차지하고 있는 주요한 급원임을 알 수 있었다.

### 도정중 $\beta$ -glucan의 함량

보리를 가루로 제조함에 있어서는 우선 정맥기로 도정하여 정맥을 만든 후 분쇄하여 제분할 수 있는데 쌀보리가 겉보리에 비해 원맥상태에서의 초기  $\beta$ -glucan 함량이 높아 무등쌀보리와 수원-291을 사용하여 도정하였으며, 이들의 도정과정중  $\beta$ -glucan의 함량변화를 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다. 도정시간에 따라 얻어지는 정맥의 원맥에 대한 무게비로 표시되는 정맥수율은 무등쌀보리가 수원-291에서 보다 높았으며 이는 무등쌀보리의 강층이 수원-291 보다 두꺼워서 배유보다 단단한 강층이 깎여나가는데 시간을 더 필요로 하기 때문인 것으로 판단되었다. 무등쌀보리는 도정을 시작한 후 6분경까지 정맥의  $\beta$ -glucan 함량이 증가하였으며 그 이후의 도정에는 큰 변화가 없어 보리의 강층이 제거되는 도정의 초기에 정맥의  $\beta$ -glucan 함량변화가 뚜렷하게 나타났다. 한편 수원-291은

**Table 1. Proximate composition of barley varieties**

Constituents <sup>1)</sup>	Hulled barley		Hull-less barley	
	Ol	Jinkwang	Mudeung	Suweon-291
Moisture	9.7	10.9	10.6	9.3
Starch	50.8	57.0	55.8	51.1
Protein <sup>2)</sup>	13.4	11.7	12.4	15.3
Fat	2.9	3.3	2.5	3.6
Ash	2.3	2.4	2.2	2.0

<sup>1)</sup> on a dry basis except moisture

<sup>2)</sup> Protein=nitrogen  $\times$  6.25.

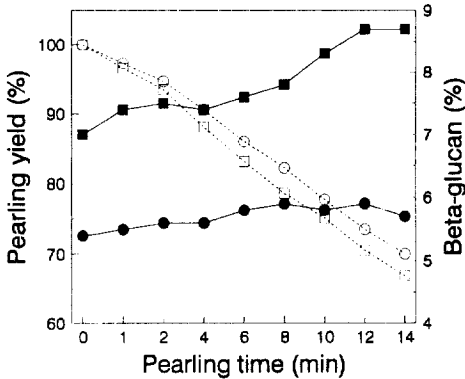


Fig. 2. Pearling yields and  $\beta$ -glucans of hull-less barleys during pearling process. ○-○: pearling yield (Mudeung), □-□: pearling yield (Suweon-291), ●-●:  $\beta$ -glucan (Mudeung), ■-■:  $\beta$ -glucan (Suweon-291).

도정이 진행됨에 따라  $\beta$ -glucan의 함량이 계속적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 도정시간 12분경에는 무등쌀보리와 수원-291 모두에서  $\beta$ -glucan 함량이 가장 높아진 것으로 나타났으며 이때의 정맥수율은 대략 70~75% 사이였다. 정맥수율 70~75%에서 보리의  $\beta$ -glucan 함량은 무등쌀보리의 경우 5.4%에서 5.9%로 증가하였으며 수원-291은 7.0%에서 8.7%로 증가하여 원료보리에 비해 1.1~1.2배 정도 높아졌다. 이는  $\beta$ -glucan이 보리의 중앙부위에 가장 높게 분포되어 있다는 결과<sup>[4]</sup>와 유사하였다.

Mill 제분분획의  $\beta$ -glucan 함량

보리는 직접 밀 제분기를 사용하여 보리가루로 가공처리할 수 있다. 보리류의 밀 제분기에 의한 제분시 제분성은 겉보리쌀, 쌀보리쌀, 쌀보리, 겉보리의 순으로 좋으나 정맥인 보리쌀은 도정 및 제분의 두단계 가공과정을 거쳐야 하므로 쌀보리 원맥을 직접 이용하는 것이 유리하며<sup>[11]</sup>,  $\beta$ -glucan의 함량을 증진시킬 수 있는 보리획분의 제조를 위해서도 초기  $\beta$ -glucan의 함량이 높은 쌀보리가 유리하다고 판단되어 본 시험에서는 무등쌀보리와 수원 291을 직접 Bühler test mill을 사용하여 제분하였다.

보리의 식품적 이용을 위해 밀 제분기를 사용하여 보리가루로 제조할때 보리가루의 제분수율이 약 60~70% 정도이고 bran과 shorts가 20~30% 정도 생성되는데<sup>[11-16]</sup> bran과 shorts에 원맥의 약 1.3배 정도로  $\beta$ -glucan을 강화<sup>[10]</sup>할 수 있다. 보리는 밀과는 달리 가루가 뭉쳐지기 때문에 제분이 어려워 보리가루로의 활용을 위한 제분수율 향상을 위해서는 체를 굵은 것으로 사

Table 3. Yields and  $\beta$ -glucans of hull-less barley fractions milled<sup>1)</sup> with Bühler test mill

Mill fraction	Mudeung		Suweon-291	
	Milling yield (%)	$\beta$ -Glucan (%)	Milling yield (%)	$\beta$ -Glucan (%)
Raw barley	100	5.4	100	7.0
Bran	49.1	5.3	39.3	8.0
Shorts	30.4	7.0	39.5	8.6
Break flour	7.6	3.0	6.7	3.2
Reduction flour	13.0	2.4	14.6	3.0

<sup>1)</sup>Milled in duplicate

용하거나 bran과 shorts를 bran dust flour로 전환시킬 수도 있다고 하였다<sup>[12,28]</sup>. 본 실험에서는 효율적인  $\beta$ -glucan의 강화를 위하여  $\beta$ -glucan 함량이 보리가루에 비해 높은 bran과 shorts의 수율을 높일 수 있도록 mill을 조절하였으며 이에 따른 Bühler mill의 제분 회분별 제분수율 및  $\beta$ -glucan의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Break flour와 reduction flour를 합한 patent flour로서의 보리가루 수율은 21% 정도로 매우 낮았고 반면 bran과 shorts는 거의 80%에 달하였다. 보리의 강층은 주로 bran에 모이게 되는데 수원-291의 제분시에는 bran과 shorts의 양이 비슷하였으나 강층이 두꺼운 무등쌀보리에서는 bran의 양이 더 많게 나타났다. 무등쌀보리는 break flour와 reduction flour의  $\beta$ -glucan 함량이 각각 3.0, 2.4%였으며 수원 291은 3.2%, 3.0%로 대부분이 원맥  $\beta$ -glucan 함량의 반 이하로 낮아지게 되어 입자크기가 작은 보리전분이 주로 제분의 초기에 patent flour에 포함되는 것으로 판단되었다.

무등쌀보리의 bran에서는  $\beta$ -glucan의 함량이 5.3%로 원맥과 유사하였으며 shorts는 7.0%를 함유하여 원맥의 1.3배 가량으로 높아졌다. 수원-291의 제분 결과 bran과 shorts에는  $\beta$ -glucan이 각각 8.0, 8.6% 함유되어  $\beta$ -glucan은 shorts에 가장 많이 포함됨을 알 수 있었다. 제분과정중 점성이 높아 가루를 뭉치게 하는 경향이 있는 배유의 세포벽 물질은 전분으로부터 분리되어 주로 shorts에 모이게 되는데 주로  $\beta$ -glucan에 기인하는 배유점성물질이 많으면 shorts가 많아지게 되므로 제분수율과 밀접한 관계가 있다고 사료되어진다.

체질에 의한  $\beta$ -glucan의 강화

체질에 의한  $\beta$ -glucan 강화 획분을 얻기 위한 시료로서 적정수준으로 도정한 정맥과 Bühler mill stream 으로부터 생성된 bran 및 shorts를 사용하였다.  $\beta$ -Glucan 농축을 위해 bran 및 shorts 시료를 Cyclone mill을

**Table 4. Yields and  $\beta$ -glucan contents<sup>1)</sup> of fractions from grinding and sieving of pearled<sup>2)</sup> hull-less barleys**

Fraction <sup>3)</sup>	Mudeung				Suweon-291			
	Yield (%)	$\beta$ -Glucan (%)			Yield (%)	$\beta$ -Glucan (%)		
		Total	Insoluble	Soluble		Total	Insoluble	Soluble
Fraction A	56.6	1.2	0.6	0.6	56.7	1.3	0.4	0.9
Fraction B	42.7	11.7	6.3	5.4	43.1	16.2	6.5	9.7
Fraction C	10.9	4.8	1.7	3.1	12.7	6.0	1.9	4.1
Fraction D	31.2	14.2	7.5	6.7	32.6	22.0	8.2	13.8
Fraction E	20.9	14.2	6.8	7.4	21.4	21.6	7.5	14.1
Fraction F	10.3	12.7	7.6	5.1	11.0	17.0	9.4	7.6

<sup>1)</sup>Values are means of two determinations.<sup>2)</sup>70~75% pearling yield.<sup>3)</sup>Fraction A-F refer to Fig. 1.

사용하여 분쇄하였으며 분쇄된 가루는 표준체를 사용하여 체질하여 분획하였다. 무등쌀보리와 수원-291을 도정하여  $\beta$ -glucan 함량이 가장 높은 도정상태인 정맥수율 70~75%에서 분쇄한 뒤 100~325-mesh 체를 사용하여 연속적으로 재분쇄 및 체질함에 의해 제조된 획분(Fig. 1)별  $\beta$ -glucan의 함량은 Table 4와 같다. 무등쌀보리와 수원-291 정맥가루가 325-mesh 체를 통과한 fraction A는 57% 가량이었으며 대부분 미세한 전분입자들이 체를 통과한 것으로 여겨져  $\beta$ -glucan의 함량이 1.2~1.3%로 낮았다. 보리전분은 크기가 직경이 10~20  $\mu$ m로 큰 렌즈모양의 전분입자와 5  $\mu$ m 이하의 작은 입자를 포함하는데 325-mesh 체(45  $\mu$ m opening)를 사용하면 보리가루의 전분입자를 상당량 우선적으로 제거할 수 있어 325-mesh 체를 통과하는 양이 많을수록 체에 남은 가루 획분의  $\beta$ -glucan 함량은 증가하게 된다. 체에 남은 가루획분 fraction B는 원료무계의 약 43%를 차지했으며  $\beta$ -glucan 함량은 무등쌀보리에서 11.7%, 수원-291에서 16.2%로 급격히 상승하여 상대적으로 입자크기가 큰 세포벽 물질은 체를 쉽게 통과하지 못하고 체에 남아 세포벽 구성물질인  $\beta$ -glucan이 농축되어지는 것으로 생각된다.

Fraction B를 재분쇄하여 325-mesh 체로 체질하였을 때 통과한 fraction C에는 소량의 미립자들이 다시 제거되어 있으며 체에 남게 되는 fraction D에서는  $\beta$ -glucan 함량이 무등쌀보리에서 14.2%, 수원-291에서 22%까지로 증가하였다. 이와 같이 다단계 체질에 의해 미립자인 전분질을 상당량 제거하므로써  $\beta$ -glucan 함량이 강화된 획분을 얻을 수 있었으며 무등쌀보리는 원맥의  $\beta$ -glucan 함량인 5.4% 보다 2.6배, 그리고 수원-291은 원맥의 3배 이상까지 강화된 획분을 얻을 수 있었다. 체질에 의한 A~F 획분별 수용성 및 불용성  $\beta$ -glucan의 함량을 분석한 결과(Table 4)에 의해 나타낸  $\beta$ -glucan의 용해성은 총  $\beta$ -glucan의 40~69% 범위에서

수용성이며 총  $\beta$ -glucan 함량이 높은 획분에서 물에대한 용해성이 다소 낮게 나타나는 경향을 보였다.

한편 Bühler mill 제분에 의해 생성된 bran 및 shorts를 사용하여 연속적으로 체질하여 얻어진 획분들의 총  $\beta$ -glucan 함량은 Table 5와 같다. 무등쌀보리와 수원-291의 bran과 shorts를 분쇄한 후 325-mesh로 체질하여 325-mesh 이상에 남는 부분(fraction B)의  $\beta$ -glucan 함량은 8.8~12.4%로 증가하였다. Fraction B를 분

**Table 5.  $\beta$ -Glucan enrichment from barley bran and shorts produced by Bühler mill**

Fraction <sup>1)</sup> and $\beta$ -glucan (%) <sup>2)</sup>	Mudeung		Suweon-291	
	Bran	Shorts	Bran	Shorts
Fraction A				
Total	1.8	1.1	1.6	1.3
Insoluble	0.4	0.4	0.3	0.3
Soluble	1.4	0.7	1.3	1.0
Fraction B				
Total	8.8	11.1	12.4	11.4
Insoluble	3.0	5.6	3.9	4.3
Soluble	5.8	5.5	8.5	7.1
Fraction C				
Total	2.4	3.5	5.6	3.5
Insoluble	0.7	1.6	1.3	1.2
Soluble	1.7	1.9	4.3	2.5
Fraction D				
Total	9.3	12.7	14.2	12.9
Insoluble	3.5	6.2	4.8	5.1
Soluble	1.7	1.9	9.0	12.3
Fraction E				
Total	10.0	12.9	16.5	13.1
Insoluble	3.4	6.2	4.2	4.1
Soluble	6.6	6.7	12.3	9.0
Fraction F				
Total	8.8	12.2	13.3	12.0
Insoluble	4.1	5.8	5.4	5.0
Soluble	4.7	6.4	7.9	7.0

<sup>1)</sup>Fraction A~F refer to Fig. 1.<sup>2)</sup>Values are means of two determinations.

쇄 후 다시 325-mesh 체로 분리하여 얻은 fraction D는 9.3~14.2%로 다시 증가하였고 fraction D를 100-mesh 체로 분리한 결과 두 보리품종의 bran과 shorts에서 모두 fraction E에서 10.0~16.5% 범위로 가장 높은  $\beta$ -glucan 함량을 나타냈다. 무등쌀보리는 shorts에서 12.9%까지 증가된 획분을, 수원-291은 bran에서 16.5%까지 증가하여 두가지 쌀보리 원맥의 2.4배까지 강화된 획분을 얻을 수 있었다. Bühler mill 제분에 의한 bran 및 shorts를 사용하여 분획한 획분들의 수용성 및 불용성  $\beta$ -glucan의 함량을 분석한 결과 용해성은 50~81% 범위였으며 정맥으로부터 얻은 획분들에 비해 용해성이 다소 높게 나타났다.

요 약

보리로부터 도정처리한 정맥 및 제분에 의한 분획별  $\beta$ -glucan 함량을 분석하여  $\beta$ -glucan을 강화할 수 있는 방법에 관하여 연구하였다. 쌀보리가 겉보리보다  $\beta$ -glucan 함량을 강화하는데 유리한 것으로 나타났으며 찰성 쌀보리인 수원-291이 메성인 무등쌀보리보다  $\beta$ -glucan 함량이 높았다. 보리  $\beta$ -glucan의 용해성은 품종간 차이가 있으며 평균 약 67%가 수용성인 것으로 나타났다. 쌀보리는 도정에 의해  $\beta$ -glucan 함량이 1.2배까지 높아졌으며 쌀보리를  $\beta$ -glucan이 가장 높은 상태인 정맥수율 70~75%로 도정하여 분쇄하고 100~325-mesh 체를 사용하여 연속적으로 체질함에 의해  $\beta$ -glucan 함량이 22%까지 포함된 획분을 얻어 원맥  $\beta$ -glucan 함량의 3배 이상으로 강화하였다. 한편 보리를 Bühler test mill을 사용하여 제분해 본 결과 보리가루의  $\beta$ -glucan 함량은 원맥에 비해 낮아진 반면 bran과 shorts에서는 원맥보다 높은 농도로 존재하였다. Shorts와 bran은 다시 분쇄 후 체질함으로써 원맥의 2.4배까지  $\beta$ -glucan이 강화된 획분을 얻을 수 있었다. 체질에 의해서 입자크기에 따라 분획된 보리가루 획분들은 총  $\beta$ -glucan의 40~81%가 수용성이며 정맥으로부터 얻은 획분에 비해 Bühler mill stream의 bran 및 shorts로부터 얻은 획분에서 용해성이 다소 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 1994-1995년 농림수산부에서 시행한 농림수산특정연구사업으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Fincher, G.B. and Stone, B.A.: Cell walls and their components in cereal grain technology. In *Advances in Cereal Sci. and Technol.*, Pomeranz, Y. (ed.), Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota., Vol. VIII, p. 207 (1986)
2. Åman, P. and Graham, H.: Analysis of total and insoluble mixed-linked (1→3),(1→4)- $\beta$ -glucans in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 704 (1987)
3. Hockett, E.A., McGuire, C.F., Newman, C.W. and Prentice, N.: The relationship of barley beta-glucan content to agronomic and quality characteristics. *Barley Genetics*, **V**, 851 (1987)
4. Lee, Y.T. and Lee, C.K.: Effects of varietal variation in barley on  $\beta$ -glucan and malting quality characteristics. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 172 (1994)
5. McCleary, B.V. and Glennie-Holmes, M.: Enzymatic quantification of (1→3),(1→4)- $\beta$ -D-glucan from barley and malt. *J. Inst. Brew.*, **91**, 285 (1985)
6. Newman, R.K., Newman, C.W., Fadel, J. and Graham, H.: Nutritional implications of beta-glucans in barley. *Barley Genetics*, **V**, 773 (1987)
7. Newman, R.K., Lewis, S.E., Newman, C.W., Boik, R.J. and Pamage, R.T.: Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Int.*, **39**, 749 (1989)
8. Newman, R.K., Newman, C.W. and Graham, H.: The hypocholesterolemic function of barley  $\beta$ -glucans. *Cereal Foods World*, **34**, 883 (1989)
9. Klopfenstein, C.F.: The role of cereal  $\beta$ -glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World*, **33**, 865 (1988)
10. 김영수, 이기열, 최이순: 맥분의 이용에 관한 연구. 한국식품과학회지, **4**, 77 (1972)
11. 김희갑: 보리류의 제분방법에 관한 연구. 한국식품과학회지, **6**, 133 (1974)
12. 최홍식, 스나이다, 권태완: 겉보리와 쌀보리의 제분특성 및 점조성. 한국식품과학회지, **7**, 85 (1975)
13. 최홍식, 권태완, 김희갑, 김동원: 쌀보리 단독제분 및 혼합제분 방법에 관한 연구. 한국식품과학회지, **7**, 96 (1975)
14. Bhatt, R.S.: Physicochemical and functional (breadmaking) properties of hull-less barley fractions. *Cereal Chem.*, **63**, 31 (1986)
15. Bhatt, R.S.: Milling yield and flour quality of hullless barley. *Cereal Foods World*, **32**, 268 (1987)
16. Bhatt, R.S.:  $\beta$ -Glucan content and viscosities of barleys and their roller-milled flour and bran products. *Cereal Chem.*, **69**, 469 (1992)
17. Bhatt, R.S.: Extraction and enrichment of (1→3),(1→4)- $\beta$ -D-glucan from barley and oat brans. *Cereal Chem.*, **70**, 73 (1993)
18. Wood, P.J., Weisz, J., Fedec, P. and Burrows, V.: Large-scale preparation and properties of oat fractions enriched (1→3),(1→4)- $\beta$ -D-glucan. *Cereal Chem.*, **68**, 48 (1991)
19. Danielson, A.D., McGuire, C.F., Newman, R.K., Newman, C.W. and Schwarz, P.B.: Dietary fiber content of air-classified fractions of hull-less waxy barley. *Barley Newsl.*, **33**, 147 (1989)

20. Knuckles, B.E., Chiu, M.M. and Betschart, A.A.:  $\beta$ -Glucan-enriched fractions from laboratory-scale dry milling and sieving of barley and oats. *Cereal Chem.*, **69**, 198 (1992)
  21. Victor, Y., Strirgfellow, A.C. and Inglett, G.: Protein- and  $\beta$ -glucan enriched fractions from high-protein, high  $\beta$ -glucan barleys by sieving and air classification. *Cereal Chem.*, **71**, 220 (1994)
  22. Mok, C., Park, D. and Ku, K.: Air classification of barley flour. *Foods and Biotech.*, **4**, 21 (1995)
  23. Yoon, S.H., Berglund, P.T. and Fastnaught, C.E.: Evaluation of selected barley cultivars and their fractions for  $\beta$ -glucan enrichment and viscosity. *Cereal Chem.*, **72**, 187 (1995)
  24. American Association of Cereal Chemists: *Approved Methods of the AACC*. The Association, St. Paul, Minnesota (1983)
  25. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1984)
  26. Prosky, L., Asp, N., Schweizer, T.F., Devries, J. and Furda, I.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 1017 (1988)
  27. Miller, S.S. and Fulcher, R.G.: Distribution of (1 $\rightarrow$ 3),(1-4)- $\beta$ -D-glucan in kernels of oats and barley using microspectrofluorometry. *Cereal Chem.*, **71**, 64 (1994)
  28. 송현숙 : 보리에서 육성된 몇가지 전분 Isogenic lines의 이화학적 및 이용적 특성 비교. 서울대학교 석사 학위논문 (1988)
- 
- (1996년 9월 16일 접수)