

## 보리와 귀리의 $\beta$ -Glucans 및 가공에 의한 용해성의 변화

### 이 영 택

선문대학교 식량자원식품가공학부

**초록:** 한국산 보리 및 귀리품종의 수용성, 불용성 및 총  $\beta$ -glucan 함량을 분석하여  $\beta$ -glucan의 용해성을 조사하였다. 보리원맥의 총  $\beta$ -glucan 함량은 3.3~5.6% 범위였으며 65~70% 정맥수율로 도정하여 껍질 및 강층을 제거한 정맥의  $\beta$ -glucan 함량은 3.5~7.1%로 증가하였다. 보리원맥의 수용성  $\beta$ -glucan 함량은 1.4~3.3%의 분포였으며 총  $\beta$ -glucan에 대한 수용성  $\beta$ -glucan의 백분율로 나타낸 용해성(% solubility)은 43~61% 범위로 총량의 약 반가량이 수용성인 것으로 나타났다. 보리정맥에 있어서는 총  $\beta$ -glucan과 불용성  $\beta$ -glucan 함량은 증가한 반면 수용성  $\beta$ -glucan은 약간 감소하는 경향을 보여 용해성이 35~55%로 원맥보다 다소 낮았다. 귀리는 총  $\beta$ -glucan 함량이 곁귀리에서 3.1~4.0%, groats에서 4.0~4.8%였으며 불용성  $\beta$ -glucan 함량이 0.5~0.7%로 보리에서 보다 훨씬 낮아 추출되어 나오는 수용성  $\beta$ -glucan은 약 84%로 매우 높게 나타났다. 보리와 귀리는 추출초기에 빠른 속도로  $\beta$ -glucan이 추출되었으며 귀리가 보리에 비해 추출이 보다 급격히 이루어졌는데 2~3시간 후에는 대부분의 수용성  $\beta$ -glucan이 추출되었다. 추출온도가 23~45°C로 증가함에 따라 수용성 추출량이 증가하였으나 65°C에서는 보리의 경우 추출량이 떨어졌다. 보리 및 귀리는 증자에 의한 가열처리에 의해 불용성  $\beta$ -glucan 함량이 증가하여  $\beta$ -glucan의 용해성이 떨어진 반면 보리의 볶음처리에서는  $\beta$ -glucan이 가용화됨에 따라 용해성이 증가하는 것으로 나타났다.(1996년 9월 3일 접수, 1996년 10월 8일 수리)

### 서 론

(1→3), (1→4)- $\beta$ -D-glucans( $\beta$ -glucans)은  $\beta$ -glucosyl unit이  $\beta$ -(1→3)-결합과  $\beta$ -(1→4)-결합으로 연결되어 가지가 없이 선형사슬로 구성된 단순다당류이다.  $\beta$ -Glucan은 보리, 라이밀, 옥수수, 밀, 쌀, 귀리, 수수, 기장등 곡류의 세포벽 다당류로서 존재하며 그중 보리와 귀리의 종실에 가장 많이 함유<sup>1)</sup>되어 있다. 보리는 배유 세포벽이 주로  $\beta$ -glucan (~70%)과 arabinoxylan (~20%)으로 구성되어 있으며<sup>2)</sup> 귀리 역시  $\beta$ -glucan이 배유 세포벽의 약 85%를 구성<sup>3)</sup>하고 있는 대표적인 세포벽 다당류 물질이다. 세포벽의 나머지 부분은 cellulose, glucomannans, 단백질, phenolic constituents 등이 차지하고 있다.<sup>4)</sup> 보리 종실은 약 2~8%의 총  $\beta$ -glucan을 함유하고 있으며<sup>5,9)</sup> 귀리는 약 2~7%를 함유하고 있는 것으로 보고<sup>5,8,10)</sup> 된 바 있다. 보리와 귀리의  $\beta$ -glucan 함량은 유전 및 환경적인 조건에 따라 차이를 나타내며 유전적 인자가 더 중요하게 영향을 미치는 것으로 나타났다.<sup>11-15)</sup>

보리와 귀리의  $\beta$ -glucan은 수용성 형태나 불용성 형태로 존재하는데  $\beta$ -(1→4)-결합으로만 이루어진 cellulose와는 달리  $\beta$ -glucan 사슬내의  $\beta$ -(1→3)-결합이 분자형태에 불규칙적인 구조를 초래하여  $\beta$ -glucan을 부분적으로 수용성이고 가수분해에 더 민감하게 만든다.<sup>16,17)</sup>  $\beta$ -Glucan의 물에 대한 용해성은 생리적으로 중요한 역할을 하는 요소인데 보리 및 귀리의  $\beta$ -glucan 중 수용성 부분이 점성이 높아 체내에서 콜레스테롤을 저하시키는 효과<sup>18,20)</sup>와 연관되어 있기 때문이다. 이와같이 수용성 식이섬유원으로서  $\beta$ -glucan 함

량이 높은 보리와 귀리는 영양생리학적인 기능성이 우수하여 근래에 이들에 대한 식품학적 이용도가 증가하고 있는 추세이다.  $\beta$ -glucan의 용해성은 유전 및 환경적인 요인 뿐만 아니라  $\beta$ -glucan 다당류의 미세구조, 세포벽 구성물질들 사이의 상호관계, 전처리, 추출조건, 그리고 내부효소의 활성등과 같은 여러가지 요인에 따라 달라질 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내산 보리와 귀리품종의 수용성, 불용성 및 총  $\beta$ -glucan의 함량을 분석하고 추출조건 및 열처리에 의한 가공이  $\beta$ -glucan의 용해성에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 살펴보고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 보리 및 귀리시료

보리시료로서 곁보리 3품종과 쌀보리 2품종을 선정하였으며 곁보리로는 6조 메성 곁보리인 올보리, 2조 메성 곁보리인 진양, 6조 찰성 곁보리인 찰보리를 사용하였고 쌀보리로는 6조 메성인 새쌀보리와 6조 찰성인 찰쌀보리를 사용하였다. 귀리시료로는 곁귀리 2품종(올귀리, 식용귀리)을 사용하였다. 보리 및 귀리시료는 1995년도 수확되었으며 농촌진흥청 작물시험장으로부터 제공받아 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 보리를 도정하여 만든 정맥시료로서는 곁보리와 쌀보리를 정맥수율이 중량비로 각각 65%와 70% 되도록 Satake Test Mill(Satake Engineering Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 도정한 후 사용하였으며 곁귀리는 Dehuller에 의해 껍질을 제거하여 groats로

찾는말 : 찾는말: 보리, 귀리, (1→3), (1→4)- $\beta$ -D-glucans, 용해성

제조하였다. 보리와 귀리는 0.5 mm 스크린을 사용한 Cyclotec Sample Mill(Tecator Co., Sweden)로 분쇄하여 분석에 사용하였다.

### 일반 화학성분 분석

보리 및 귀리시료의 일반성분은 AACC 방법<sup>21)</sup>에 따라, 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>22)</sup>으로 측정하였다. 전분함량은 starch-glucoamylase 방법(AACC 76-11)에 의해 측정하였다. 총식이섬유함량(TDF)은 Prosky 등의 방법<sup>23)</sup>에 따라 Dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 측정하였다.

### 수용성, 불용성 및 총 $\beta$ -glucans 함량 분석

보리 및 귀리의 수용성  $\beta$ -glucan은 Åman과 Graham의 방법<sup>5)</sup>에 준하여 추출하였다. 수용성  $\beta$ -glucan의 추출을 위해 0.5 g의 시료를 투브에 넣고 30 ml 증류수로 38°C의 진탕항온기(75 rpm)에서 2시간 추출하였다. 추출 후 투브는 3000 rpm에서 5분간 원심분리하였으며 상정액을 제거하였다. 침전물은 다시 증류수로 세척하여 원심분리(3000 rpm, 5분)를 2회 시행하여 불용성  $\beta$ -glucan 측정을 위한 시료로 준비하였다. 보리 및 귀리의 총  $\beta$ -glucan 함량 및 불용성  $\beta$ -glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes<sup>8)</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 함량을 뺀 수치로 계산하였다.

### 추출조건별 $\beta$ -Glucan의 용해성

추출시간이  $\beta$ -glucan의 용해성에 미치는 영향을 조사하기 위해 보리 및 귀리시료 0.5 g을 38°C 진탕항온기에서 30 ml의 증류수로 15~180분동안 추출하였다. 추출시간별(15분, 30분, 60분, 90분, 120분, 180분)로 수용성  $\beta$ -glucan을 원심분리하여 제거한 후 침전물의 불용성  $\beta$ -glucan 함량을 분석하였으며  $\beta$ -glucan 용해성은 총  $\beta$ -glucan 함량에 대한 수용성  $\beta$ -glucan 함량의 백분율인 % solubility로 나타내었다. 추출온도에 따른  $\beta$ -glucan의 용해성은 23°C, 45°C, 65°C에서 시료의 수용성  $\beta$ -glucan을 1시간, 2시간 동안 추출한 후 불용성  $\beta$ -glucan의 함량을 분석하여 용해성을 산출하였다.

### 가열처리에 의한 보리 및 귀리 $\beta$ -Glucan의 용해성

보리와 귀리의 가열처리로서 증자처리를 행하였으며 보리의 경우에는 증자처리에 앞서 시료를 증류수에 2시간 침지한 후 증자처리하였다. 보리와 귀리는 증자처리 후 60°C의 열풍건조기에서 16시간동안 건조하였다. 또한 보리는 회전식 전열볶음기(Probat Co., Germany)를 사용하여 95 rpm의 속도로 회전시키면서 온도 200°C에서 5분, 12분동안

Table 1. Chemical composition<sup>1)</sup> of whole and pearled barley

Varieties	Starch	Protein <sup>2)</sup>	Lipid	Ash	TDF <sup>3)</sup>
<b>Whole barley</b>					
Olbori (hulled)	52.60	14.84	2.53	1.93	23.94
Jinyang (hulled)	59.28	13.37	3.25	1.84	18.55
Chal (hulled)	48.68	16.00	3.38	2.33	27.64
Chalssal (hull-less)	56.42	16.72	3.59	1.62	18.78
Saessal (hull-less)	61.68	13.66	2.59	1.60	15.37
<b>Pearled<sup>4)</sup> barley</b>					
Olbori	65.48	11.92	1.10	0.72	9.96
Jinyang	73.86	10.05	0.89	0.72	7.95
Chal	59.30	14.12	1.63	0.85	12.87
Chalssal	67.90	12.94	1.50	0.77	9.27
Saessal	71.90	10.47	1.04	0.75	8.16

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

<sup>2)</sup> Protein determined as N × 6.25

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

<sup>4)</sup> 65% pearl yield for hulled barley, 70% pearl yield for hull-less barley

볶음처리 하였다. 증자와 볶음처리한 시료는 Cyclotec Sample Mill로 분쇄한 후 총  $\beta$ -glucan 및 불용성  $\beta$ -glucan을 측정하여  $\beta$ -glucan의 용해성을 산출하였다.

### 결과 및 고찰

#### 보리, 귀리의 일반성분 및 식이섬유

보리원맥과 도정한 후의 정맥의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 보리원맥의 전분함량은 49~62%의 분포였고 도정한 후에는 59~72%로 증가하여 원맥보리에 비해 10%이상 상승하였다. 보리의 단백질함량은 원맥에서 13.4~16.7%의 분포를 나타냈으며 도정후에는 10.1~14.1%의 분포를 보여 원맥에 비해 감소하였다. 한편 2조 보리품종은 6조 보리품종들에 비해 전분함량이 높은 반면 단백질함량이 낮은 경향을 보여 주었다. 원백 보리의 회분함량은 1.6~2.3%의 분포였으며 원맥에서는 겉보리가 쌀보리에 비해 회분함량이 높았는데 도정후에는 겉보리의 껌질 및 겨총이 제거되어 겉보리 정맥의 회분함량이 쌀보리 정맥과 비슷한 수치를 나타내었다. 지질함량은 원맥에서 2.5%~3.6%였으며 정맥에서는 지질함량이 원맥에 비해 감소하였다.

보리의 총식이섬유함량은 15~28%의 분포를 나타냈으며 겉보리가 쌀보리에 비해 총식이섬유함량이 높았는데 이는 껌질을 가지고 있는 겉보리가 쌀보리에 비해 불용성식이섬유 함량이 높았기 때문이다. 한편 칠성 겉보리인 칠보리가 메성 겉보리인 올보리, 진양보리에 비해 총식이섬유함량이 높았으며 쌀보리인 경우에서도 칠성인 칠쌀보리가 메성인 새쌀보리보다 총식이섬유함량이 높게 나타나 칠성이 메성에 비해 수용성식이섬유 함량이 다소 높은 것으로 판단되었다. 보리는 도정중에 주로 껌질이 제거됨에 따른 불용성식이섬유의 감소로 총식이섬유함량이 현저하게 줄어들었다. 도정 후 총식이섬유함량은 겉보리와 쌀보리에서 큰 차이가 없었다.

Table 2. Chemical composition<sup>1)</sup> of whole and dehulled oat

Varieties	Starch	Protein <sup>2)</sup>	Lipid	Ash	TDF <sup>3)</sup>
Whole oat					
Olgwiri	33.12	14.35	6.97	2.81	41.99
Sikyong	37.95	13.21	9.17	2.60	34.71
Dehulled oat groat					
Olgwiri	53.30	17.12	8.78	1.72	16.08
Sikyong	52.20	14.52	9.72	1.78	14.81

<sup>1)</sup> % on a dry basis<sup>2)</sup> Protein determined as N×6.25<sup>3)</sup> Total dietary fiberTable 3. Variations in the content<sup>1)</sup> of total, insoluble, and soluble β-glucans of whole and pearled<sup>2)</sup> barley

Varieties	β-Glucan constituent (% d.b.)			% solubility <sup>3)</sup>
	Total	Insoluble	Soluble	
Olbori				
whole	4.40	1.71	2.69	61.1
pearled	5.00	2.70	2.30	46.0
Jinyang				
whole	3.27	1.88	1.39	42.5
pearled	3.54	2.31	1.23	34.7
Chal				
whole	5.55	2.24	3.31	59.6
pearled	7.09	3.18	3.91	55.1
Chalsal				
whole	5.07	2.36	2.71	53.5
pearled	5.76	2.63	3.13	54.3
Saessal				
whole	3.94	1.90	2.04	51.8
pearled	4.25	2.57	1.68	39.5

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate<sup>2)</sup> 65% pearling yield for hulled barley, 70% pearling yield for hull-less barley<sup>3)</sup> Soluble β-glucans as percent of total β-glucans

귀리원맥과 껍질을 제거한 groats의 일반성분은 Table 2와 같다. 귀리원맥의 전분함량은 33~38%의 분포로 보리에 비해 훨씬 낮았으나 껍질을 제거한 groats에서 전분함량이 53%로 높아졌으며 이는 본 실험에 사용한 귀리품종들이 껍질의 양이 상당히 많았기 때문인 것으로 여겨졌다. 귀리는 13.2~14.4%의 단백질을 함유하였으며 groats에서 단백질 함량이 14.5~17.1%로 증가하였다. 귀리원맥의 지질함량은 약 8%로 높았으며 groats에서는 껍질 제거에 의해 지질함량이 약 9%로 더 높아졌다. 귀리는 회분함량이 약 2.7%로 보리보다 높게 나타났는데 이는 귀리가 껍질의 양이 보리보다 많았기 때문인 것으로 판단되었으며 껍질이 제거됨에 따라 회분함량이 줄어들었으나 groats는 여전히 강충을 포함하기 때문에 보리정맥보다는 회분함량이 높았다. 올귀리와 식용귀리 원맥의 총식이섬유함량은 35~42%로 매우 높았으며 groats의 총식이섬유함량은 급격히 감소하였다. 겉귀리는 껍질이 차지하고 있는 비중이 보리보다 높아 dehulling에 의한 총식이섬유함량의 감소폭이 더욱 크게 나타났다.

Table 4. Variations in the content<sup>1)</sup> of total, insoluble, and soluble β-glucans of whole oat and dehulled groats

Varieties	β-Glucan constituent (% d.b.)			% solubility <sup>2)</sup>
	Total	Insoluble	Soluble	
Olgwiri				
whole grain	3.96	0.66	3.30	83.3
groat	4.76	0.70	4.06	85.3
Sikyong				
whole grain	3.11	0.53	2.58	83.0
groat	3.97	0.65	3.32	83.6

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate<sup>2)</sup> Soluble β-glucans as percent of total β-glucans

### 보리의 수용성, 불용성 및 총 β-glucans

보리품종의 수용성, 불용성 및 총 β-glucan 함량은 Table 3과 같다. 보리원맥의 총 β-glucan 함량은 품종에 따라 차이가 있어 3.3~5.6% 범위로 평균 4.45%였으며 보리는 약 2~8%의 총 β-glucan을 함유하고 있다는 연구결과들<sup>5,9)</sup>과 유사하였다. 일반적으로 껍질이 없는 쌀보리가 β-glucan 함량이 높은 것으로 알려져<sup>20)</sup> 있지만 본 실험에 사용한 찰보리는 겉보리임에도 불구하고 총 β-glucan의 함량이 5.07%로 가장 높게 나타났다. 겉보리와 쌀보리에 있어서 각각 찰성인 보리 품종이 메성인 보리에 비해 β-glucan 함량이 높았다. 정맥수율 65%로 도정한 겉보리와 70%로 도정한 쌀보리의 총 β-glucan 함량은 3.5%~7.1%로 보리원맥에 비해 껍질 및 강충이 제거됨에 따라 증가하였으며 이는 β-glucan이 보리의 외부층인 강충보다 내부 배유세포벽에 더 많이 존재하기 때문인 것으로 판단되었다.

원맥보리 시료를 38°C의 물로 추출할 때 추출되지 않고 남는 불용성 β-glucan의 함량은 1.7~2.4% 분포(평균 2.0%)를 나타냈고 총 β-glucan과 불용성 β-glucan의 차로부터 산출되어진 수용성 β-glucan 함량은 1.4~3.3%의 분포를 나타냈다. 38°C 물추출에 의한 원맥보리 β-glucan의 물에 대한 용해성 정도를 나타내는 % solubility는 43~61% 범위여서 총 β-glucan의 반가량이 수용성인 것으로 나타났다. 이 결과는 유전 및 환경적인 요인이 β-glucan의 용해성에 영향을 미치며 보리 품종의 β-glucan 중 평균 54%가 수용성이라고 보고<sup>5)</sup>한 바와 유사하였다. 보리를 도정한 보리쌀로부터 축정한 불용성 β-glucan의 함량은 2.3~3.2%였고 수용성 β-glucan 함량은 1.2~3.9%의 분포를 보여주어 불용성 β-glucan은 원맥보리보다 다소 증가한 반면 수용성 β-glucan에는 큰 변화가 없어 % solubility는 35~55%로 낮아졌다. 이는 배유부분에 존재하는 β-glucan이 강충에 존재하는 β-glucan에 비해 용해성이 다소 떨어지기 때문인 것으로 사료되었다.

### 귀리의 수용성, 불용성 및 총 β-glucans

귀리품종의 수용성, 불용성 및 총 β-glucans 함량은 Table 4에 나타나 있다. 귀리원맥의 총 β-glucan 함량은 올귀리가 3.96%, 식용귀리가 3.11%로 평균 3.54%였으며 보리품종들에 비해 약간 낮았다. 껍질이 제거된 groats의 β-glucan 함량은 올귀리가 4.76%, 식용귀리가 3.97%로 귀리

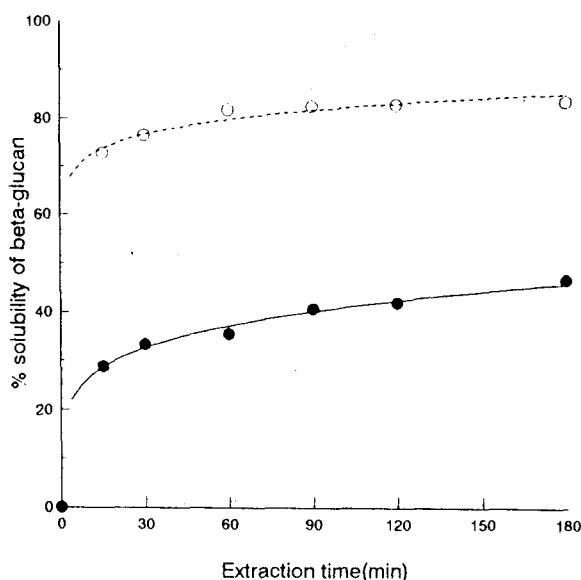


Fig. 1. Water-solubility of  $\beta$ -glucans in barley and oat at different extraction time. ●—●, barley; ○—○, oat.

원맥에 비해 높아졌으며 groats는 3.9~6.8%, 귀리 bran에서는 5.8~8.9%의  $\beta$ -glucan을 함유하고 있는 결과<sup>24)</sup>와 유사하였다. 본 실험에서 귀리의 불용성  $\beta$ -glucan의 함량이 0.5~0.7%로 보리품종들에 비해 훨씬 낮았고 상대적으로 수용성  $\beta$ -glucan이 차지하는 부분이 2.6~4.1%로 많아 수용성은 약 84%로 매우 높게 나타났다. 이는 귀리  $\beta$ -glucan의 약 80%가 수용성이라는 보고<sup>5)</sup>와 큰 차이가 없었다. Groats의 경우에는 수용성 및 불용성  $\beta$ -glucan의 함량이 귀리원맥에 비해 약간 높았으며 % solubility에 있어서 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

#### 추출조건별 $\beta$ -glucan의 용해성

보리와 귀리의 추출시간별  $\beta$ -glucan의 용해성을 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 65%로 도정한 올보리 시료를 사용하여 38°C의 물로써 추출할 때 추출되어 나오는 수용성  $\beta$ -glucan은 추출 15분에 총  $\beta$ -glucan 함량의 29%, 추출 30분에 33%로 증가하였으며 그 이후에도 계속적으로 완만한 증가를 보여 3시간 후에는 47%의  $\beta$ -glucan이 추출되었다. 식용귀리 groat의 경우에는 추출되어 나오는 수용성  $\beta$ -glucan의 양이 15분까지 총  $\beta$ -glucan 함량의 73%로 급격히 증가하였으며, 30분에 77%, 60분에 82%로 완만히 증가하였고 그 이후부터는 별 차이가 없어 2~3시간 후에는 거의 대부분의 수용성  $\beta$ -glucan이 추출된 것으로 판단되어졌다.

추출온도가 보리  $\beta$ -glucan의 용해성에 미치는 영향을 실험한 결과는 Fig. 2A와 같다. 23°C에서 1시간 추출시에 35%, 2시간 추출시에 36%의 용해성으로 차이가 거의 없게 나타나 추출이 매우 완만하게 이루어짐을 알 수 있었다. 추출온도가 45°C일 때에는 1시간 추출시 50%, 2시간 추출시 55%로 % solubility가 증가하여 추출온도가 증가함에 따라 추출율이 상당히 높아졌음을 알 수 있다. 그러나 65°C에서 추출시에는 45°C 추출시에 비해 추출량이 떨어져 추출 1시

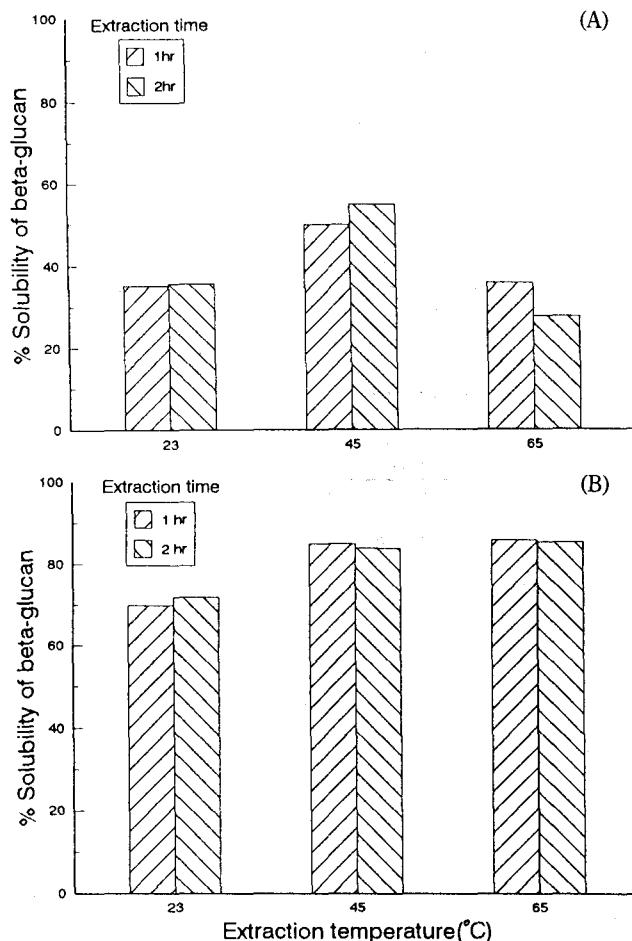


Fig. 2. Water-solubility of  $\beta$ -glucans in barley and oat at different extraction temperatures. A, Barley; B, Oat.

간후의 추출량이 23°C에서 추출할 때와 비슷하였으며 2시간후에는 추출량이 더욱 감소하게 되어 23°C에서 추출시보다도 낮게 떨어졌다. 이는 65°C에서 추출이 진행됨에 따라 보리전분의 호화온도에 근접하여  $\beta$ -glucan의 추출량을 떨어뜨리는 것으로 사료되었다. 보리에 있어 50°C이상의 온도에서는 온도상승에 의한 용해성의 증가와 아울러 내부효소의 불활성화 때문에 용해성이 다소 떨어지는 것<sup>5)</sup>으로도 설명된 바 있다.

한편 식용귀리 groats에 있어 추출온도에 따른 용해성을 살펴본 결과(Fig. 2B) 23°C에서 1시간 후에 70%, 2시간 후에 72%로 보리의 경우에서 완만하게 추출된 것에 반해 % solubility가 매우 높았다. 추출온도 45°C에서는 보리에서와 마찬가지로 추출량이 증가하여 85%의 수용성을 나타냈다. 또한 65°C에서는 추출시간 1시간, 2시간 후에 추출량이 85% 정도로 45°C에서 추출할 때와 차이가 거의 없었다. 따라서 귀리는 추출온도 23~65°C 사이에서 거의 대부분의 수용성  $\beta$ -glucan이 보리보다 쉽게 그리고 빠르게 추출되어 나옴을 알 수 있었다.

#### 열처리 가공에 의한 $\beta$ -glucan의 용해성

$\beta$ -glucan의 용해성 정도는 실험동물과 사람의 생리적 반

Table 5. Changes in the content<sup>1)</sup> of total, insoluble, and soluble β-glucans in pearled barley and oat processed by steaming

Steaming time (min)	Pearled <sup>2)</sup> barley								Oat groat			
	Olbori				Chalssal				Sikyong			
	Total	Insol.	Sol.	% sol. <sup>3)</sup>	Total	Insol.	Sol.	% sol.	Total	Insol.	Sol.	% sol.
0	5.00	2.70	2.30	46.0	5.76	2.70	2.30	46.0	3.97	0.65	3.32	83.6
20	5.72	3.52	2.35	38.5	5.77	3.24	2.53	43.8	4.09	2.36	1.73	42.3
40	5.62	3.36	2.26	40.2	5.60	3.40	2.20	39.3	3.90	1.98	1.92	49.2

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate<sup>2)</sup> 65% pearling yield for hulled barley, 70% for hull-less barley<sup>3)</sup> Soluble β-glucans as percent of total β-glucansTable 6. Changes in the content<sup>1)</sup> of total, insoluble, and soluble β-glucans in barley<sup>2)</sup> processed by roasting

Roasting time (min)	Olbori				Chalssal			
	Total	Insol.	Sol.	% sol. <sup>3)</sup>	Total	Insol.	Sol.	% sol.
0	5.00	2.70	2.30	46.0	5.76	2.63	3.13	54.3
5	5.19	2.29	2.90	55.9	5.41	2.35	3.06	56.6
12	4.66	2.26	2.40	51.5	5.39	2.07	3.32	61.6

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate<sup>2)</sup> Whole grain<sup>3)</sup> Soluble β-glucans as percent of total β-glucans

용에 관련되어 있는 매우 중요한 요소이며 가공처리에 의해 영향을 받는 특성 중 하나이다. 열, 수분, 압력등에 의한 가공처리는 아마 β-glucan의 구조 및 형태를 변화시킬 수 있으며<sup>5)</sup> 본 실험에서는 증자 및 볶음처리가 β-glucan의 용해성 정도에 미치는 영향을 조사해 보았다. 증자에 의한 열처리가 보리, 귀리의 수용성, 불용성 및 총 β-glucan 함량의 변화에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 올보리 정맥의 경우 증자에 의한 열처리에 의해 수용성 β-glucan 함량에는 큰 변화가 없었으나 불용성 β-glucan 함량은 높아져 총 β-glucan 함량이 증가하는 결과를 초래하였으며 % solubility는 약간 감소하였다. 찰쌀보리에서는 증자처리에 의해 총 β-glucan 함량에는 큰 차이가 없었으며 불용성 β-glucan은 증가하고 수용성 β-glucan의 함량이 감소하여 % solubility가 감소하는 결과를 초래하였다. 식용귀리 groat는 증자처리에 의해 총 β-glucan은 변화가 없었으며 불용성 β-glucan은 증대되어 % solubility를 현저하게 떨어뜨렸다. 증자에 의한 가열처리는 보리 및 귀리 모두에서 β-glucan의 용해성을 떨어뜨리며 특히 귀리에서 용해성의 감소폭이 더욱 큰 것으로 나타났다.

한편 보리를 볶음처리할 때 β-glucan의 함량변화는 Table 6에 나타나 있다. 겉보리인 올보리를 5분간 볶음처리 할 때 불용성 β-glucan은 볶음처리중에 줄어든 반면에 수용성 β-glucan 함량은 증가하여 % solubility는 증가하였다. 그러나 볶음이 지속되어 12분의 볶음시간에는 5분간의 볶음처리에 비해 수용성 및 불용성 β-glucan이 다소 줄어들어 총 β-glucan 함량은 약간 낮아졌으며 이는 볶음이 진행됨에 따라 β-glucan의 일부가 열분해되었기 때문인 것으로 사료되었다. 쌀보리인 찰쌀보리는 볶음처리에 의해 올보리와 마찬가지로 불용성 β-glucan 함량은 줄어들어 가용화되는 것으로 나타났다. 볶음처리와 유사하게 보리와 귀리를 압출성

형에 의해 가공할 때 가공성 식이섬유의 함량이 증가되며 이는 아마 β-glucan의 용해성이 증가하기 때문이라고 설명한<sup>18,24,25)</sup> 바 있다. 보리와 귀리의 β-glucan은 식품적 이용에 있어 매우 중요한 성분으로 가공처리에 의한 용해성의 변화가 인체내의 소화기관에서 영양생리적으로 크게 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료되었다.

## 감사의 글

본 연구는 1996년도 농촌진흥청 농업특정연구개발사업에 의해 수행된 연구 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다

## 참 고 문 헌

- Fincher, G. B. and B.A. Stone (1986) In 'Advances in Cereal Science and Technol', Pomeranz, Y. ed., Vol. VIII, Chap. 5, AACC Inc., MN, U.S.A.
- Fincher, G. B. (1975) Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.* **81**, 116-122.
- Miller, S. S., R. G. Fulcher, A. Sen and J. T. Arnason (1995) Oat endosperm cell walls: Isolation, composition, and comparison with other tissues. *Cereal Chem.* **72**, 421-427.
- Åman, P. and H. Graham (1987) Mixed-linked beta-(1→3),(1→4)-D-glucans in the cell walls of barley and oats - chemistry and nutrition. *Scand. J. Gastroenterol.* **22**, 42-51.
- Åman, P. and H. Graham (1987) Analysis of total and insoluble mixed-linked (1→3), (1→4)-β-glucans in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.* **35**, 704-709.
- Hockett, E. A., C. F. McGuire, C. W. Newman and N. Prentice (1987) The relationship of barley beta-glucan content to agronomic and quality characteristics. *Barley Genetics* **V**, 851-860.
- Lee, Y. T. and C. K. Lee (1994) Effects of varietal variation in barley on β-glucan and malting quality characteristics. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 172-177.
- McCleary, B. V. and M. Glennie-Holmes (1985) Enzymatic quantification of (1→3), (1→4)-β-D-glucan from barley and malt. *J. Inst. Brew.* **91**, 285-295.
- Prentice, N., S. Babler and S. Faber (1980) Enzymic analysis of β-D-glucans in cereal grains. *Cereal Chem.* **57**, 198-202.

10. Welch, R. W., J. M. Leggett and J. D. Lloyd (1991) Variation in the kernel (1→3), (1→4)- $\beta$ -D-glucan content of oat cultivars and wild *Avena* species and its relationship to other characteristics. *J. Cereal Sci.* **13**, 173-178.
11. Bourne, D. T. and R. E. Wheeler (1984) Environmental and varietal differences in total beta-glucan contents of barley and the effectiveness of its breakdown under different malting conditions. *J. Inst. Brew.* **90**, 306-310.
12. Henry, R. J. (1986) Genetic and environmental variation in the pentosan and beta-glucan contents of barley, and their relation to malting quality. *J. Cereal Sci.* **4**, 269-277.
13. Lim, H. S., P. J. White and K. J. Frey (1992) Genotypic effects on  $\beta$ -glucan content of oat lines grown in two consecutive years. *Cereal Chem.* **69**, 262-265.
14. Peterson, D. M. (1991) Genotypic and environment effects on oat beta-glucan concentration. *Crop Sci.* **31**, 1517-1520.
15. Stuart, I. M., L. Loi and G. B. Fincher (1988) Varietal and environmental variations in (1→3), (1→4)- $\beta$ -glucan levels and (1→3), (1→4)- $\beta$ -glucanase potential in barley: relationships to malting quality. *J. Cereal Sci.* **7**, 61-71.
16. Buliga, G. S., D. A. Brant and G. B. Fincher (1986) The sequence statistics and solution conformation of a barley (1→3), (1→4)- $\beta$ -D-glucan. *Carbohydr. Res.* **157**, 139-156.
17. Woodward, J. R., G. B. Fincher and B. A. Stone (1983) Water-soluble (1→3), (1→4)- $\beta$ -glucans from barley (*Hordeum vulgare*) endosperm. II. Fine structure. *Carbohydr. Polym.* **3**, 207-225.
18. Newman, R. K., C. W. Newman, J. Fadel and H. Graham (1987) Nutritional implications of beta-glucans in barley. *Barley Genetics V*, 773-780.
19. Newman, R. K., S. E. Lewis, C. W. Newman, R. J. Boik and R. T. Pamage (1989) Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Int.* **39**, 749-760.
20. Newman, R. K., C. W. Newman and H. Graham (1989) Hypocholesterolemic function of barley  $\beta$ -glucans. *Cereal Foods World* **34**, 883-886.
21. American Association of Cereal Chemists (1983) Approved Methods of the AACC. The Association, St. Paul, Minnesota
22. AOAC (1984) Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
23. Prosky, L., N. Asp, T.F. Sweizer, J. Devries and I. Furda (1988) Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *JAOAC* **71**, 1017-1023.
24. Wood, P. J., J. Wiesz and P. Fedec (1991) Potential for  $\beta$ -glucan enrichment in brans derived from oat (*Avena sativa* L.) cultivars of different (1→3), (1→4)- $\beta$ -D-glucan concentrations. *Cereal Chem.* **68**, 48-51.
25. Marlett, J. A. (1991) Dietary fiber content and effect of processing on two barley varieties. *Cereal Foods World* **36**, 576-578.
26. Shinnick, F. L., M. J. Longacre, S. L. Ink and J. A. Marlett (1988) Oat fiber:composition versus physiological function in rats. *J. Nutr.* **118**, 144-151.

#### $\beta$ -Glucans in Barley and Oats and Their Changes in Solubility by Processing

Young-Tack Lee(*Department of Food Resources and Technology, Sun-Moon University, Asan-si, Chungnam 336-840, Korea*)

**Abstract :** Five barley and two oat varieties grown in Korea were investigated for soluble, insoluble, and total (1→3), (1→4)- $\beta$ -D-glucans. Total and insoluble  $\beta$ -glucans after extraction of soluble  $\beta$ -glucans with water were analyzed, and the soluble  $\beta$ -glucans were calculated as the difference between total and insoluble  $\beta$ -glucans. The total  $\beta$ -glucans in whole barleys were in a range of 3.3~5.6% (average 4.4%), and those in pearled barleys were in a range of 3.5~7.1% (average 5.2%). In whole barleys, on average, 54% of the  $\beta$ -glucans was soluble and in pearled barley 46%. Whole oats contained 3.1~4.0% total  $\beta$ -glucan, and dehulling increased the groat  $\beta$ -glucan contents to 4.0~4.8%. Oats demonstrated considerably higher  $\beta$ -glucan solubility of 84% than barley.  $\beta$ -Glucans in barley and oats were rapidly extracted at the beginning of the extraction and almost all of the  $\beta$ -glucans were extracted after 2~3 hr extraction. As extraction temperature increased from 23°C to 45°C, more soluble  $\beta$ -glucans were extracted. However, solubility of barley  $\beta$ -glucans decreased at a relatively high temperature of 65°C. Steam-cooking reduced the analytical solubility of barley and oat  $\beta$ -glucans, while roasting seemed to render the  $\beta$ -glucans of barley more soluble.