

찰성 및 메성 쌀보리 β -Glucan Gum의 특성 비교

성종은 · 이영택* · 석호문** · 김영수*** · 고영수
한양대학교 식품영양학과, *경원대학교 식품생물공학과
한국식품개발연구원, *전북대학교 응용생물공학과

Characteristics of β -Glucan Gums from Normal and Waxy Hull-less Barleys

Jong-Eun Sung, Young-Tack Lee*, Ho-Moon Seog**,
Young-Soo Kim*** and Young-Su Ko

Department of Food and Nutrition, Hanyang University
*Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University
**Korea Food Research Institute

***Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

Abstract

A normal and a waxy hull-less barley with similar β -glucan contents were selected, and the effects of β -glucans on rheological and pasting properties were investigated by using their flour extracts and isolated β -glucan gum materials. β -Glucans in the barley cultivars were extracted in a crude form with alkaline extraction, and the waxy hull-less barley produced more β -glucan gum yield. The waxy barley also showed higher viscosities of water and alkaline flour extracts, compared to the normal barley. Both normal and waxy barley β -glucan gums exhibited pseudoplastic flow behavior, and increasing β -glucan concentration increased viscosity in a similar manner. The normal barley flour had a higher amylograph peak viscosity than did waxy barley flour. On the other hand, waxy barley flour with treatment of $HgCl_2$ demonstrated considerably higher increase in peak viscosity. Pasting characteristics of normal and waxy barley starches in the presence of β -glucan gum solutions were tested using a rapid visco-analyzer (RVA). β -Glucan gums increased the pasting viscosities of the barley starches, and the synergistic increase in viscosity appeared to be higher in the normal barley starch.

Key words: waxy barley, hull-less barley, β -glucan gum, rheological properties

서 론

보리는 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴 비율에 따라 메성과 찰성으로 구분되며 찰성보리는 취반특성 및 식감이 좋아 식용보리로서의 우수성이 인정되고 있다. 특히 쌀보리의 경우 찰성 보리는 메성 보리에 비해 β -glucan 및 soluble dietary fiber의 함량이 높고 추출물의 점도 또한 높은 것으로 밝혀지고 있다^(1,2). 보리의 고분자 수용성 식이섬유인 β -glucan은 수용액상의 높은 점성이 맥주 제조시 문제점 등을 야기시키고⁽³⁾ 가축의 성장율을 감소시켜 사료가치를 제한하지만⁽⁴⁾, 인체내

의 콜레스테롤을 저하시키고⁽⁵⁾ glycemic index를 낮추는 효과를 나타내⁽⁶⁾ 인체건강에 미치는 생리적 유용성인 큰 것으로 알려져 있다.

이와같이 식이섬유원으로서 β -glucan 함량이 높은 보리는 영양생리화학적 기능성이 우수하여 보리로부터 β -glucan 함량이 높은 소재를 생산하여 활용할 수 있으며^(7,8) 그의 높은 점성은 식품에 첨가할 경우 증점제(thickening agent)로서의 상업적 가치도 제시된⁽⁹⁾ 바 있다. 한편 보리는 종류에 따라 가공중에 물성의 변화에 차이가 있으며 특히 전분의 조성이 다른 메성과 찰성 보리에 있어 β -glucan이 미치는 물성적 특징을 비교할 필요성이 있다. 본 연구에서는 국내산 쌀보리 품종들로부터 β -glucan 함량이 유사한 메성 및 찰성 보리를 선정하여 보리가루 추출물의 점도,

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

호화양상의 차이를 비교하고 각각으로부터 β -glucan gum을 분리하여 그들의 리올로지 특성, 전분의 호화에 미치는 영향 등에 대하여 비교, 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

보리 시료

본 실험에 사용한 보리시료로 여러 품종의 쌀보리 중에서 예비실험을 통해 비슷한 β -glucan 함량을 가지고 있는 메성의 무등쌀보리와 찰성의 찰쌀보리를 선발하였다. 이들 두 종류의 보리는 전라남도에서 1996년에 재배, 수확되었으며 농촌진흥청 작물시험장으로부터 구입하였다. 정선한 보리를 0.5 mm 스크린을 사용한 Cyclone Sample Mill (Tecator Co., Sweden)로 분쇄하여 원맥가루로 하였으며, 원맥을 정맥수율이 중량비로 70%가 되도록 정맥기(Satake test mill, Satake Engineering Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 도정한 다음 같은 조건으로 Cyclone Sample Mill로 분쇄하여 정맥가루로 실험에 사용하였다.

Crude β -glucan의 분리

보리 β -glucan의 추출은 Wood 등의 방법⁽¹⁰⁾에 따라 추출하였다. 즉, 분쇄된 원맥가루 60 g에 600 mL의 증류수를 첨가한 즉시 20% (w/v) sodium carbonate로 pH 10이 되게 조정된 다음 45±1°C에서 30분간 강하게 교반하면서 추출하였다. 이를 원심분리(15,000×g, 15 min, 5°C)하여 상정액을 취하고 2 M HCl로 pH 4.0이 되게 조정된 후 다시 원심분리(21,000×g, 20 min, 5°C)하였다. 상정액을 iso-propyl alcohol (IPA)의 50% 용액으로 조절한 후 침전물을 하룻밤 방치한 다음 원심분리(21,000×g, 20 min, 5°C)한 후 IPA로 재현탁하여 Ace Homogenizer (Nihonseiki Kaisha Ltd., Model AM-8)로 분쇄하였다. 이를 여과지상에서 IPA로 세척, 여과하고 실온에서 이틀동안 건조하여 crude β -glucan으로 분리하였다.

화학적 성분 분석

수분, 회분, 조지방, 조단백질 정량은 AACC 방법⁽¹¹⁾에 의하여 분석하였으며 전분 함량은 산 가수분해법으로 생성된 환원당을 Somogyi-Nelson법⁽¹²⁾으로 측정하여 환산하였다. 총 β -glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes의 효소적 방법⁽¹³⁾에 의하여 Megazyme β -glucan assay kit (Megazyme Pty, Ltd., Australia)를 사용하여 측정하였다.

보리가루의 추출물 점도 및 호화양상

원맥 및 정맥가루를 증류수와 알칼리 조건(pH 10)에서 slurry로 조제한 후 45±1°C에서 30분간 교반하면서 추출하였다. 이를 원심분리(15,000×g, 15분; 5°C)한 후 상정액을 9 mL 취하여 Haake Rotovisco RV20 viscometer (Germany, sensor system NV)를 사용하여 23°C에서 전단 속도를 0~800 1/s 까지 증가시키면서 분말의 겔보기 점도를 측정하였다. 보리가루의 호화양상에 따른 점도의 변화는 증류수와 0.001 M HgCl₂ 용액을 사용하여 Brabender/Visco/Amylograph에 의해 Medcalf와 Gilles 방법⁽¹⁴⁾으로 측정하였다. 보리가루의 diastatic activity는 AACC법⁽¹¹⁾에 따라 측정하고 maltose value (%)로 환산하였다.

β -Glucan의 리올로지

원맥가루에서 추출한 crude β -glucan을 증류수를 사용하여 1.50, 1.75, 2.00% (w/v) 농도로 70°C에서 120분간 용해시킨 용액으로 조제하였다. β -Glucan 용액의 점도는 Haake viscometer (Rotovisco RV20, Germany)를 사용하여 보리가루 추출물에서와 동일한 조건으로 측정하였다.

β -Glucan과 전분의 호화양상

β -Glucan과 전분의 상호작용에 의한 호화특성을 조사하기 위한 쌀보리 전분의 추출 및 정제는 MacGreger 방법⁽¹⁵⁾을 사용하였으며 분리된 전분의 아밀로오스 함량은 Williams 등의 방법⁽¹⁶⁾에 의해 측정하였다. 메성 및 찰성 쌀보리에서 각각 추출한 전분 3 g을 증류수, 시판용 시약급 보리 β -glucan (Megazyme Pty, Ltd., Australia)의 용액, 그리고 분리한 crude β -glucan의 용액에 분산시켜 25 mL로 조제하여 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco-Analyzer, Model RVA-3D, Newport Sci., Australia)로 점도 변화를 측정하였다. 즉, 조제한 시료를 RVA cup에 넣고 50°C에서 1분간 유지한 후 7.5분간 95°C까지 증가시켰으며 95°C에서 5분간 유지시킨 후 다시 7.5분간 50°C로 냉각시켜 1분간 유지하면서 측정하였다.

결과 및 고찰

찰성 및 메성 쌀보리의 성분 비교

메성 및 찰성 쌀보리 원맥의 수분, 회분, 조단백질, 조지방, 전분, 총 β -glucan 함량은 Table 1과 같다. 쌀보리 시료의 조단백질 함량은 메성이 찰성보다 약 2% 가량 많았고 이와 반대로 전분 함량은 찰성이 메성보다 1% 정도 높았다. 전분함량은 품종, 성장 조건 등에

Table 1. Proximate composition of two hull-less barleys¹⁾

Component ²⁾	Normal	Waxy
Moisture	8.88	9.38
Starch	55.65	56.77
Protein ³⁾	15.16	12.96
Fat	2.38	2.68
Ash	1.62	1.69
Total β -glucan	4.56	5.01

¹⁾Means of triplicate analyses.²⁾% on a dry basis.³⁾Protein=Nitrogen \times 6.25.

따라 영향을 받으며 Bengtsson 등⁽¹⁷⁾은 쌀보리에서 52~64%로 보고하였는데 본 실험의 결과와 거의 일치하였다. 조지방의 함량은 거의 비슷했으나 찰성이 0.3% 가량 더 높았다. 회분 역시 두 시료에서 약 1.6~1.7%로 비슷하였는데 겉보리에 비해 쌀보리의 회분 함량은 다소 낮은 것으로 보고⁽¹⁸⁾된 바 있다.

β -Glucan 함량은 메성인 무등쌀보리에서 4.6%, 찰쌀보리에서 5.0%로 찰성 쌀보리에서 약간 높았으나 큰 차이는 없었다. 이는 예비실험을 통해 국내산 주요 쌀보리 품종들의 β -glucan 함량을 정량한 결과에 의하며 전반적으로 찰성 쌀보리 품종이 메성 쌀보리 품종들에 비해 β -glucan 함량이 높았는데 이들 중 무등쌀보리와 찰쌀보리가 β -glucan 함량이 가장 유사한 메성과 찰성 쌀보리 품종인 것으로 조사되었다. 보리는 대부분 약 2~8%의 총 β -glucan을 함유하고 있으며⁽¹⁸⁾ 일반적으로 껍질이 없는 쌀보리가 β -glucan 함량이 높은 것으로 알려져 있으며 찰성이 메성에 비해 높다고 보고⁽¹⁾된 바와 일치하였다.

Crude β -glucan의 수율 및 화학 조성

보리로부터 분리한 crude β -glucan의 수율은 원료보리의 무게에 대한 crude β -glucan의 무게를 %로 나타내었으며, 무등쌀보리와 찰쌀보리로부터 추출하여 얻은 crude β -glucan의 평균 수율은 각각 3.51%와 4.98%로 찰성이 메성에서보다 1.5% 정도 높았다(Table 2). 효소적 방법으로 분석한 무등쌀보리의 총 β -glucan 함

Table 2. Yields and chemical composition of isolated crude β -glucans¹⁾

	Normal	Waxy
Yields (%)	3.51	4.98
Chemical composition (% w/w)		
Starch	2.23	2.35
Protein	8.14	4.50
β -Glucan	64.01	57.30

¹⁾Means of triplicate analyses.

량은 4.56%이며 분리된 crude β -glucan의 평균 수율은 3.51%로 보리에 존재하는 β -glucan이 모두 추출되어 나오는 것이 아니며 본 실험의 추출조건하에서 일부 β -glucan은 여전히 불용성으로 남아 있다는 것을 알 수 있었다. 한편 찰쌀보리의 crude β -glucan 평균 수율은 4.98%로 총 β -glucan 함량 5.01%에 유사하였으며 이는 메성 쌀보리에 비해 β -glucan이 쉽게 추출되어 나오거나 추출과정중에 다른 성분들이 함께 추출되어 추출량이 증가한 것으로 판단되어졌다.

Crude β -glucan의 순도를 확인하기 위하여 β -glucan, 조단백질, 전분 함량을 정량한 결과는 Table 2에 나타나 있다. Crude β -glucan의 총 β -glucan 함량은 메성과 찰성 쌀보리에서 각각 64%와 57%로 메성 쌀보리에서 추출한 crude β -glucan 물질에서 높았다. Crude β -glucan은 주요 성분으로 고분자 다당류인 β -glucan 뿐만 아니라 일부 arabinose와 xylose로 구성된 pentosan을 함유할 수 있으며 전분의 함량은 2~3%이었고 단백질은 5~8%로 상당한 양이 포함된 것으로 나타났다.

보리가루 추출물의 점성

메성 및 찰성 쌀보리 원맥과 정맥가루의 증류수 및 알칼리 추출물에 대하여 전단속도를 0~800 1/s 까지 증가시키며 그 겉보기 점도를 측정된 결과를 Fig. 1, 2에 나타내었다. 보리의 점성질 추출물인 gum 물질은 주로 보리 세포벽을 구성하는 다당류 물질들로서 물로써 일부를 추출할 수 있다. 보리의 대표적인 gum 물

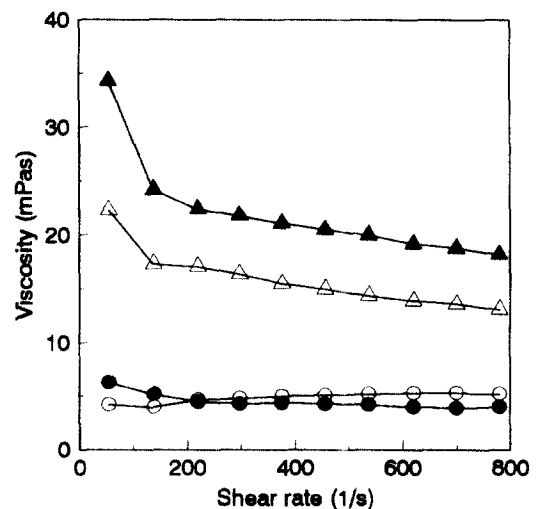


Fig. 1. Viscosities of water extracts (20%, w/v) from normal and waxy barley flours. ○—○: whole normal, ●—●: whole waxy, △—△: pearled normal, ▲—▲: pearled waxy barley.

질인 β -glucan은 수용성 형태나 불용성 형태로 존재하며 평균 54%가 수용성인 것으로 보고⁽¹⁹⁾된 바 있으며 그 용해성은 추출조건, 품종 및 환경적인 요인 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 원맥가루의 물추출물에서 두 보리시료간 점도의 차이를 보이지 않았으나 정맥가루의 경우 뚜렷한 점도 차이가 있었으며, 전단속도가 증가함에 따라 겔보기 점도가 감소하는 의가소성의 유동 특성을 보였다(Fig 1). 정맥가루의 추출물이 원맥가루에 비해 점도가 높은 것은 β -glucan이 보리의 중앙부위에 높게 분포되어있다는 결과^(8,20)와 관련이 있는 것으로 여겨진다.

보리가루의 알칼리 추출물은 물 추출물에 비해 크게 점도가 높았으며 물 추출물에서와 마찬가지로 찰성 쌀보리의 점도가 메성에 비해 높았다(Fig. 2). 물 추

출에 의해서는 일부의 수용성 β -glucan만이 추출되지만 그 이상의 분획은 높은 온도나 약알칼리에서 용해되어 나오는데⁽²¹⁾ 이들은 분자량이 더 크고 (1-4)- β -oligoglucoside 부분이 보다 더 길거나 더 많이 포함되는 특징이 있어 물 추출물보다 알칼리 추출물의 점도가 더 높은 것으로 확인되었다. 찰성과 메성 쌀보리의 β -glucan 함량이 유사한 것과는 달리 보리의 물 추출물과 알칼리 추출물의 점도에 서로 상당한 차이를 보여준 것은 아마도 찰성 쌀보리에서 추출되어 나오는 가용성 β -glucan의 함량이 많거나 추출물에 포함된 arabinoxylan 등 다른 고분자 세포벽 물질의 물성이 점도에 일부분 영향을 주기 때문인 것으로 생각되었다.

보리가루의 Amylograph 특성

쌀보리의 원맥과 정맥가루에 대하여 증류수와 0.001 M HgCl₂ 용액을 사용하여 Brabender Visco-Amylograph로 호화에 따른 점도의 변화를 측정하였다(Table 3). 초기 점도가 10 B.U.에 달했을 때를 호화개시온도로 볼 때 0.001 M HgCl₂ 용액을 사용한 찰쌀보리 정맥가루만이 57°C이고 이를 제외한 나머지 시료는 60°C로 차이가 별로 없었다. 그러나 최고점도에서의 온도에 있어 찰쌀보리는 68-69°C로 무등쌀보리의 90-95°C보다 크게 낮았다. 이때의 최고 점도는 증류수를 사용한 경우 무등쌀보리 원맥과 정맥가루에서 각각 340, 800 B.U.로 찰쌀보리의 130, 620 B.U.보다 훨씬 높았다. 메성 및 찰성 쌀보리 모두에서 정맥가루가 원맥가루보다 점도가 현저히 높게 나타나 도정처리에 따른 보리가루의 점도 차이를 확인할 수 있었다. 이는 원맥가루(barley meal)에서보다 정맥가루(pearled barley meal)에서 점도가 높았다는 Bhaty의 연구 결과⁽²²⁾와도 일치하였다.

한편 정맥가루에 있어서 HgCl₂ 용액으로 내부효소를 불활성화하여 측정하여 본 결과 증류수에 의한 amylogram과 반대의 양상을 보여 찰쌀보리의 정맥가

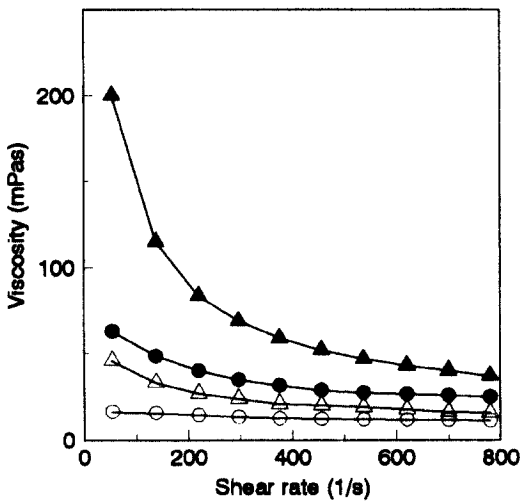


Fig. 2. Viscosities of alkaline extracts (10%, w/v) from normal and waxy barley flours. ○—○: whole normal, ●—●: whole waxy, △—△: pearled normal, ▲—▲: pearled waxy barley.

Table 3. Amylograph characteristics of normal and waxy barley flours

Barley flour suspension ¹⁾	Initial pasting temp. (°C)	Temp. at peak (°C)	Viscosity (B.U.)			
			Peak	95°C	15-min hold	50°C
Normal						
whole	60	90	340	210	180	460
pearled	60	94.5	800	710	480	1140
pearled (HgCl ₂)	60	93	1590	1310	920	1790
Waxy						
whole	60	67.5	130	80	70	160
pearled	60	69	620	440	410	540
pearled (HgCl ₂)	57	69	1980	1000	900	1080

¹⁾10% (w/v, d.b.).

Table 4. Diastatic activity of normal and waxy barley flours

Barley flour	Maltose value (%) ¹⁾	
	30°C	50°C
Normal (whole)	2.52	3.92
Normal (pearled)	1.59	2.29
Waxy (whole)	3.33	4.70
Waxy (pearled)	2.33	3.81

¹⁾Means of triplicate determinations.

루에서 최고 점도가 1980 B.U.로 무등쌀보리의 1590 B.U.보다 높았다. 이는 찰쌀보리가 내부 효소에 의해 amylograph 점도를 감소시키는 효과가 크기 때문인 것으로 판단되었다. 95°C에서 15분간 유지시킨 후 보리가루 paste는 50°C로 냉각되었으며 50°C로 냉각된 후의 점도는 무등쌀보리가 찰쌀보리에 비해 현저하게 높았으며 이는 보리가루 paste의 molecule이 회합하거나 노화하는 현상과 관련이 있는 것으로 사료되어졌다.

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 전분분해 효소활성을 비교하기 위해 diastatic activity를 측정된 결과(Table 4) 찰쌀보리가 무등쌀보리에 비해 maltose value가 약 1% 정도 더 높았다. 한편 원맥가루가 정맥에 비해 maltose value가 대략 1%정도 더 높았으며 30°C에서 보다 50°C에서 측정했을 때 더 높았다. 찰성 쌀보리의 효소활성이 메성 쌀보리의 효소활성에 비해 더 높음이 확인되었으며 이는 위의 amylograph 점도 결과를 뒷받침해 주었다.

보리 β-glucan gum의 리올로지 특성

메성 및 찰성 쌀보리에서 추출한 β-glucan의 농도별 점도를 측정하여 유동특성을 조사한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. β-Glucan gum을 각각 1.50%, 1.75%, 2.00%의 농도로 조제하여 그 유동특성을 측정된 결과 전단속도가 증가할수록 점도가 감소하는 의가소성의 유동특성을 보였다. 동일한 전단속도에서 농도가 증가할수록 점도가 증가하여 2.00%의 gum 용액에서 겔보기 점도가 가장 높았다. β-Glucan gum은 유연한 선형의 고분자성 물질로서 점도가 높으며 고농도의 용액에서 β-glucan 분자들이 보다 더 많이 충돌하게 되어 저항이 높아짐에 따라 점도가 상승하는 것으로 사료되어졌다. 전반적으로 찰성 및 메성 보리로부터 추출한 β-glucan gum 용액의 점도는 유사하게 관찰되었다.

보리 gum의 의가소성 유동특성은 귀리 gums의 유동 특성에 관한 실험^(23,24)에서 확인된 바와 같이 shear stress에 의해 탄력적인 β-glucan 분자가 유동방향에

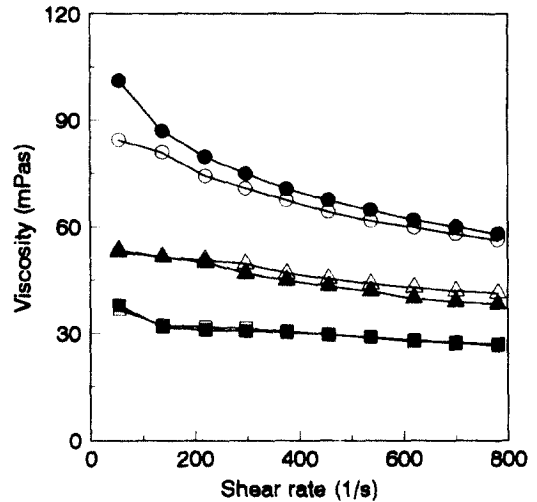


Fig. 3. Viscosities of β-glucan gum solutions from normal and waxy hull-less barleys. □—□: normal (1.5% conc.), △—△: normal (1.75%), ○—○: normal (2.0%), ■—■: waxy (1.5%), ▲—▲: waxy (1.75%), ●—●: waxy barley (2.0%).

따라 정렬되어 점도가 감소하게 된다. 메성과 찰성 쌀보리 β-glucan gum의 유동 특성에 큰 차이는 없었는데 이는 유동 특성에 영향을 미치는 화학적 구성과 구조적 유사성⁽²⁵⁾ 때문인 것으로 사료되었다.

β-Glucan과 보리전분의 상호작용

쌀보리로부터 분리한 전분과 β-glucan gum의 호화에 따른 상호작용을 알아보기 위해 Rapid Visco-Analyzer에 의한 호화특성을 나타낸 결과는 Table 5, 6과 같다. 분리 전분의 amylose 함량은 메성인 무등쌀보리가 24.8% 였으며, 찰성인 찰쌀보리는 3.4%로 거의 아밀로펙틴인 것으로 분석되었다. 12% 전분 suspension만의 호화특성을 비교해 보았을때 찰성 쌀보리에서 분리한 전분이 메성 쌀보리에서 분리한 전분보다 호화개시온도가 낮았으며 최고점도가 더 높았다.

전분에 우선 시약급 β-glucan (0.5, 1.0%)을 혼합하였을 때 β-glucan은 호화에 따른 전분의 점도를 증가시켰다. 특히 메성 쌀보리 전분에 1% 시약급 β-glucan을 첨가하였을 때 호화개시온도가 81°C에서 66°C로 낮아졌으며 점도는 291 RVA에서 537 RVA로 현저하게 상승하였다. 시약급 β-glucan과 아울러 본 실험을 통해 분리한 찰성 및 메성 쌀보리의 β-glucan gum을 12% 전분에 혼합했을때는 점도의 증가가 시약급 β-glucan의 경우에 비하여 크지 않았다. 이는 시약급 β-glucan이 95% 이상의 순도를 지니고 있는데 반해 추출 β-glucan gum

Table 5. Pasting characteristics of normal barley starch / β-glucan gum suspensions by Rapid Visco-Analyzer

Starch/β-glucan suspension	Pasting temp. (°C)	Temp. at peak (°C)	Viscosity (RVA)			
			Peak	5-min hold	50°C	Set back
12% starch	81.25	95	291	175	350	59
+0.5% β-glucan (commercial)	74.55	95	432	218	404	-28
+1.0% β-glucan (commercial)	65.55	95	537	251	463	-74
+0.5% β-glucan (from normal barley)	83.65	95	307	202	341	34
+0.5% β-glucan (from waxy barley)	83.70	95	332	211	363	31

Table 6. Pasting characteristics of waxy barley starch/β-glucan gum suspensions by Rapid Visco-Analyzer

Starch/β-glucan suspension	Pasting temp. (°C)	Temp. at peak (°C)	Viscosity (RVA)			
			Peak	5-min hold	50°C	Set back
12% starch	63.60	71.25	367	105	151	-216
+0.5% β-glucan (commercial)	63.15	71.95	421	129	180	-241
+1.0% β-glucan (commercial)	63.35	72.00	505	150	213	-292
+0.5% β-glucan (from normal barley)	64.00	72.70	330	112	165	-165
+0.5% β-glucan (from waxy barley)	63.70	72.10	361	116	172	-189

은 약 60% 내외의 β-glucan을 함유하기 때문인 것으로 판단되었다.

찰성 쌀보리에서 추출한 β-glucan gum을 첨가했을 때 메성 쌀보리에서 추출한 β-glucan gum을 첨가했을 때 보다 점도의 상승이 크게 나타났다. β-Glucan gum의 전분에 대한 점도상승 효과는 β-glucan이 전분과 물에 대한 상호 경쟁으로 가용성 starch의 농도를 더욱 증가시켜 초래된 것으로 Lee 등⁽²⁶⁾의 연구에서 wheat starch/gum suspension의 amylograph 점도 상승 효과와 유사하였다. 메성 쌀보리 전분시료는 최고점도가 모두 95°C에서 관찰되었으며 5분간의 유지상태에서 점도가 점점 감소하다가 냉각시에는 점도가 다시 증가하였는데 냉각기 점도의 증가 속도는 다섯 시료간에 별 차이가 없었다.

찰성 쌀보리 전분은 β-glucan gum 용액에 의한 호화점도 증가 효과에 있어서 메성 쌀보리 전분의 경우 보다는 작은 것으로 나타났다. 즉, 가장 높은 증가폭을 보인 1% 시약급 β-glucan을 혼합한 경우 메성 쌀보리에서 추출한 전분의 점도 증가폭의 50% 정도만 증가하였으며 증가폭의 크기는 메성 쌀보리에서 추출한 전분의 경우와 마찬가지로 1% 시약급 β-glucan, 0.5% 시약급 β-glucan, 찰성 쌀보리에서 추출한 0.5% β-glucan gum의 순서였다. Amylose 함량이 거의 없는 찰성 전분은 β-glucan과의 상호 작용에 의한 점도상승이 낮아 β-glucan은 주로 전분의 amylose molecules와 상호작용하여 점도의 상승을 초래하는 것으로 사료되

어졌다. 찰성 쌀보리 전분의 호화개시온도는 다섯 시료간에 큰 차이가 없었으나 메성 전분과 비교할 때 훨씬 낮은 온도에서 호화가 시작되었음을 알 수 있었다. 최고 점도는 모두 약 72°C로 관찰되었고 이후 점점 감소하여 냉각기에 다시 약간씩 증가하였으나 그 증가 정도는 메성 쌀보리에서 추출한 starch/β-glucan gum suspension보다 낮은 것으로 나타났다.

요 약

국내산 쌀보리 품종중 β-glucan 함량이 유사한(4.6~5.0%) 메성 쌀보리 (무당쌀보리)와 찰성 쌀보리(찰쌀보리) 각각 1품종씩을 선별한 후 이들로부터 β-glucan gum 물질을 추출하여 물리화학적 특성을 비교하였다. Crude β-glucan gum의 평균 수율은 찰성 쌀보리에서 높았으며 β-glucan 함량은 57~64%였다. 보리 β-glucan gum의 점도는 찰성과 메성에서 유사하였고 의가소성의 유동특성을 보였으며 β-glucan 농도가 증가할수록 그 점도도 증가하였다. 쌀보리가루의 아밀로 그래프에 의한 호화특성은 메성 쌀보리가 찰성 쌀보리에 비해 최고점도가 높은 반면 내부효소 불활성화 처리에 의해서는 찰성 쌀보리의 최고점도가 더 높게 나타났다. 쌀보리로부터 분리한 전분과 β-glucan gum을 혼합하여 호화특성을 살펴본 결과 β-glucan은 쌀보리 전분의 점도를 증가시켰으며 그 효과는 메성 쌀보리 전분에서 더 큰 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업특정연구사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문헌

1. Ullrich, S.E., Clancy, J.A., Eslick, R.F. and Lance, R.C. M.: β -Glucan content and viscosity of extracts from waxy barley. *J. Cereal Sci.*, **4**, 279-275 (1986)
2. Yoon, S.H., Berglund, P.T. and Fastnaught C.E.: Evaluation of selected barley cultivars and their fractions for β -glucan enrichment and viscosity. *Cereal Chem.*, **72**, 187-190 (1995)
3. Bamforth, C.W.: Biochemical approaches to beer quality. *J. Inst. Brew.*, **91**, 154 (1995)
4. Campbell, G.L. and Bedford, M.R.: Enzymatic applications for monogastric feeds: A review. *Can. J. Anim. Sci.* **72**, 449-466 (1992)
5. Newman, R.K., Newman, C.W. and Graham, H.: Hypocholesterolemic function of barley β -glucans. *Cereal Foods Worlds*, **34**, 883-886 (1989)
6. Wood, P.J., Braaten, J.T., Scott, F.W., Riedel, K.D., Wolynetz, M.S. and Collins, M.W.: Effect of dose and modification of viscous properties of oat gum on blood glucose and insulin following an oral glucose load. *Brit. J. Nutr.* **72**, 731-743 (1994)
7. Knuckles, B.E., Chiu, M.M. and Betschart, A.A.: β -Glucan enriched fractions from laboratory-scale dry milling and sieving of barley and oats. *Cereal Chem.* **69**, 198-202 (1992)
8. Lee, Y.T., Seog, H.M. and Cho, M.K.: β -Glucan enrichment from pearled barley and milled barley fractions (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 888-894 (1997)
9. Lee Y.T.: Physicochemical characteristics and physiological functions of β -glucans in barley and oats (in Korean). *Korean J. Crop Sci.*, **41**(s), 10-24 (1996)
10. Wood, P.J., Paton, D. and Siddiqui, I.R.: Determination of β -D-glucan in oats and barley. *Cereal Chem.*, **54**, 524-533 (1977)
11. American Association of Cereal Chemists: Approved Methods of the AACC. The Association, St. Paul, Minnesota (1983)
12. Kim, K.S., Chung, S.Y. and Cho, D.M.: Food Analysis (1996)
13. McCleary, B. V. and Glennie-Holmes, M.: Enzymatic quantification of (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucan from barley and malt. *J. Inst. Brew.*, **91**, 285-295 (1985)
14. Medcalf, D.F. and Gilles, K.A.: Wheat starches I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**, 558 (1965)
15. MacGregor, A.W.: Isolation of large and small granules of barley starch and a study of factors influencing the absorption of barley malt β -amylase by these granules. *Cereal Chem.*, **56**, 430-434 (1979)
16. Williams, P.C., Kuzina, F.P. and Hynka, I.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411-420 (1970)
17. Bengtsson, S., Åman, P. and Graham, H.: Chemical studies on mixed-linked β -glucans in hullless barley cultivars giving different hypocholesterolemic responses in chickens. *J. Sci. Food Agric.*, **52**, 435-445 (1990)
18. Lee, Y.T.: β -Glucans in barley and oats and their changes in solubility by processing (in Korean). *Agric. Chem. Biotechnol.*, **39**, 482-487 (1996)
19. Åman, P. and Graham, H.: Analysis of total and insoluble mixed-linked (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -glucans in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 704-709 (1987)
20. Miller, S.S. and Fulcher, R.G.: Distribution of (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucan in kernels of oats and barley using microspectrofluorometry. *Cereal Chem.*, **71**, 64-68 (1994)
21. Fincher, G.B.: Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.*, **81**, 116-122 (1975)
22. Bhatti, R.S.: Physicochemical and functional (breadmaking) properties of hull-less barley fractions. *Cereal Chem.*, **63**, 31-35 (1986)
23. Autio, K., Myllymaki, O. and Malkki, Y.: Flow properties of solutions of oat β -glucans. *J. Food Sci.*, **52**, 1364-1366 (1987)
24. Doublier, J. and Wood, P.J.: Rheological properties of aqueous solutions of (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucan from oats (*Avena sativa* L.). *Cereal Chem.*, **72**, 335-340 (1995)
25. Woodward, J.R., Phillips, D.R. and Fincher, G.B.: Water-soluble (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucans from barley (*Hordeum vulgare*) endosperm. I. Physicochemical properties. *Carbohydr. Poly.*, **3**, 143-156 (1983)
26. Lee, Y.T., Schwarz, P.B. and D'Appolonia, B.L.: Functional properties of β -glucans from hull-less barley on wheat starch and flour. *Food Science and Biotechnol.*, **7**, 51-55 (1998)

(1998년 11월 19일 접수)