

국내 시판 메성 및 찰성 보리쌀의 취반 및 호화특성

이미자[†] · 김양길 · 서재환 · 김정곤 · 김형순¹
농촌진흥청 국립식량과학원, ¹서남대학교 환경공학부

Cooking and Pasting Characteristics of Non-Waxy and Waxy Pearled Barley Products from Korea

Mi-Ja Lee[†], Yang-Kil Kim, Jae-Whan Seo, Jung-Gon Kim and Hyung-Soon Kim¹

National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Iksan 570-080, Korea

¹Department of Environmental Engineering, Seonam University, Namwon 590-711, Korea

Abstract

A total of 107 pearled barley products produced in Korea, 58 non-waxy and 49 waxy, were analyzed for protein and β -glucan content, whiteness, cooking characteristics (water absorption and expansibility), and pasting properties, with respect to the region of production. We compared non-waxy and waxy pearled barley products and sought correlations between levels of chemical components and cooking characteristics. Waxy pearled barley products had higher concentrations of protein (7.17-12.57%, w/w) and β -glucan (2.81-7.38%, w/w), a higher whiteness grade (27.1-49.6), and a greater water absorption (218-593%) and expansibility (366-593%) than did non-waxy barley products. The pasting temperature of non-waxy pearled barley (73.9°C) was higher than that of waxy pearled barley (66.9°C). Peak viscosity, hot paste viscosity, and final viscosity of non-waxy pearled barley products were higher than those of waxy products. The results showed that waxy pearled barley products had better cooking characteristics than did non-waxy products. A significant positive correlation was observed between protein and β -glucan content in both non-waxy and waxy pearled barley products ($r=0.632^{***}$ and $r=0.453^{**}$, respectively). Whiteness showed a negative correlation with protein content of both non-waxy and waxy pearled barley products ($r=-0.433^{***}$, $r=-0.343^{**}$). However, neither water absorption nor expansibility showed any significant correlation with protein or β -glucan content. The waxy ratio of 49 waxy pearled barley products ranged from 84-100%.

Key words : non-waxy barley, waxy barley, protein, whiteness, β -glucan

서 론

예로부터 보리는 쌀과 더불어 우리 민족의 주식으로서 큰 몫을 차지하면서 농가 소득증대는 물론 농지 이용률 제고에도 크게 기여하여왔다. 그러나 1980년대에 들어서면서 국민의 식량소비구조가 변화됨에 따라 식용으로서의 보리소비가 크게 줄어들어 2004년 이후 국민 1인당 소비량이 1.1 kg 수준을 유지하는데 그치고 있다. 식생활이 서구화 되고 다양화됨에 따라 생리기능적 측면에서 식이 섬유는 중요하게 평가받고 있으며, 변비, 비만증, 당뇨병, 고혈압, 대장암 등의 발병은 식이섬유의 섭취와 관련이 있다고 알려

져 있다. 맥류에는 대표적 식이섬유인 β -glucan 함량이 높아 체내 혈중 콜레스테롤수치를 저하시켜 심장질환을 예방하고 지방 축적을 억제하는 등 성인병 예방에 탁월한 효과가 있는 것으로 밝혀지면서 웰빙식품자원으로 재평가 받고 있다(1-7). β -glucan은 곡류의 배유 및 호분층의 세포벽을 구성하는 다당류로 보리의 배유 세포벽에 70%, 호분층 세포벽에 25%가 존재한다. 그러므로 도정을 하더라도 거의 같은 비율로 보리쌀에 남아있어(8) 밀, 쌀과 달리 식이섬유 섭취에 유리하다. 최근 조사에 따르면 찰성을 가진 찰성보리쌀이 많이 보급되고 있으며, 찰성보리쌀은 취반성의 개선뿐만 아니라 β -glucan 함량이 높아 고혈압과 동맥경화, 당뇨와 같은 질병에 좋다고 알려지면서 건강식품으로의 수요가 증가하고 있다(10-13). 특히, 쌀과 혼반 이용시 쌀에

[†]Corresponding author. E-mail : esilvia@korea.kr,
Phone : 82-63-840-2257, Fax : 82-63-840-2116

서 부족한 단백질과 식이섬유를 보충해 줄 수 있는 웰빙 자원으로 보리는 12~16%의 총 식이섬유를 함유하고 있는데 이는 귀리의 7~14%보다 약간 높은 값이며 β -glucan 함량은 3.0~6.9%로 귀리(3.8%)보다 더 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(8). 보리쌀의 영양성분에 대하여는 비교적 폭넓게 연구되어 있으나(14-16) 국내 유통 보리쌀 제품들에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

맥류 시장개방 확대와 재고량 증가 및 고품질 안전 농산물에 대한 소비자 요구도 증가 등에 대비하여 맥류의 생산, 유통 및 소비 활성화를 위해서는 맥류제품의 브랜드화 및 품종보급의 방향설정이 필요한 실정이다. 이를 위해서는 기존 맥류제품들의 품질분석에 따른 품질 개선 방향 설정이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 본 연구는 향후 국내 유통, 시판 보리쌀의 품질 개선을 위한 유용한 기초 자료로 활용되기를 기대하며 국내 유통되고 있는 메성보리쌀과 찰성보리쌀에 대한 단백질, β -glucan 함량, 백도, 취반 및 호화특성을 분석하고, 찰성 보리쌀의 중요특성인 찰성비율을 조사한 결과이다.

재료 및 방법

재료

국내 보리쌀 품질 조사에 사용한 보리쌀 제품은 2005년 전국 농협 및 슈퍼마켓 등에서 판매되고 있는 보리쌀 107개 제품(메성보리쌀 58개, 찰성보리쌀 49개)을 구입하여 각 지역별, 메성보리쌀과 찰성보리쌀로 구분하여 분석하였다(Table 1). 구입한 제품들에 대하여 단백질, β -glucan, 백도, 찰성비율, 취반 및 호화특성 등을 각각 3반복 이상씩 분석하였다. 모든 성분 분석에는 시판 보리쌀을 0.2 mm체가 장착된 Retsch centrifugal mill(Zm 100, I. Kurt Rotech CmbH

Table 1. Distribution of pearled barley products from Korea

Area	non-Waxy		Waxy		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Gangwon	6	10.3	2	4.1	8	7.5
Chungbuk	7	12.1	6	12.2	13	12.2
Chungnam	8	13.8	4	8.2	12	11.2
Chonbuk	5	8.6	19	38.8	24	22.4
Chonnam	6	10.3	4	8.2	10	9.3
Gyeongbuk	5	8.6	4	8.2	9	8.4
Gyeongnam	10	17.2	5	10.2	15	14.0
Seoul	4	6.9	1	2.0	5	4.7
Incheon	2	3.4	1	2.0	3	2.8
Gyeonggido	5	8.6	3	6.1	8	7.5
Total	58	100	49	100	107	100

& Co. KG, Germany)을 이용하여 분쇄한 분말시료를 사용하였다. 분석에 사용한 Megazyme β -glucan assay kit는 Megazyme Co.(International Ireland Ltd., Ireland)에서 구입하였으며, 그 외 모든 시약은 1급 이상 시약을 사용하였다.

단백질, β -glucan 및 백도

단백질분석은 Elementar Analyzer System (Vario MACRO, Germany)을 이용하여 분석한 총 질소함량에 켈달장치를 이용하여 분석한 값과 비교하여 얻어진 conversion factor를 곱하여서 구하였다. β -glucan 분석은 Megazyme kit(International Ireland Ltd., Ireland)를 이용하여 510 nm에서 흡광도로 분석하였다. 보리쌀 백도는 Kett(C-300-3, Kett Electric Laboratory, Japan)으로 3회 측정하였다.

찰성비율

찰성비율은 각 시료 100립씩 3반복으로 총 300립에 대하여 요오드 반응을 이용하여 조사하였다. 곡립 하나를 잘라 잘려진 부분에 요오드용액을 바른 후 나타나는 요오드용액의 색깔변화로 찰성여부를 판단하였다. 즉, 요오드용액이 어두운 남색으로 변하면 메성이며, 붉은 보라색으로 변하면 찰성으로 판단하였다.

취반특성

취반특성은 흡수율과 퍼짐성, 용출고형물 등을 조사하였다. 보리쌀 5 g을 20 mL distilled water(D.W)가 들어있는 메스실린더에 넣은 후 부피(a)를 읽고, 이 시료를 평량한 알루미늄망(자체제작)에 넣어서 증류수를 제거한 후 이 망을 100 mL 비이커에 넣고 충분히 끓는 물 80 mL를 부어 알루미늄 호일로 덮어 150°C 건조기에서 40분간 취반하였다. 취반된 시료를 꺼내어 10회 정도 물기를 털어준 다음 비이커에 60° 정도 기울여 놓는다. 10분 후 무게(b)를 측정하고 이 시료를 20 mL D.W가 들어 있는 메스실린더에 옮기고 부피(c)를 잰다. 100 mL 비이커에 남아 있는 고형물을 건조기에 넣고 75°C~80°C에서 16시간 정도 건조시킨 후 꺼내어 데시케이터에 넣고 30분 후 무게를 재고 다음 식으로 흡수율과 퍼짐성 및 용출고형물을 계산하였다.

$$\text{흡수율} = \frac{\text{흡수 후 무게}(b) - (\text{시료} + \text{망무게})}{\text{시료무게}} \times 100$$

$$\text{퍼짐성} = \text{취반 후 부피}(c) \div \text{시료부피}(a) \times 100$$

$$\text{용출고형물} = (\text{건조후 고형물} - \text{비이커 무게}) \div \text{시료무게} \times 100$$

호화특성

호화특성은 AACC method 61-02에 의하여 고속전분분석기(RVA-4: Newport Scientific, C.W. Brabender Instruments

Inc., Germany)를 이용하여 최고점도, breakdown(최고점도-최저점도)과 setback(최종점도-최저점도)을 측정하였다. 호화조건은 초기온도를 50°C로 1분간 유지한 후 분당 11.25°C로 가온하여 95°C까지 올린 후 2분30초간 유지하고, 분당 12.86°C로 감온 하여 50°C까지 내린 후 1분30초간 유지하였다.

통계분석

각 보리쌀제품들에 대한 품질 분석결과는 분산분석에 의하여 유의성을 계산하였으며 p<0.05 수준으로 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

단백질, β-glucan 및 백도

국내 유통 보리쌀 제품을 각 지역별로 분류하고 단백질 함량과 β-glucan 함량 및 백도를 측정하여 최소값, 최대값 및 평균값을 Table 2와 3에 나타내었다. 수집한 메성보리쌀 제품들의 단백질함량은 전국적으로 6.62~11.38% 범위였고, 평균 단백질 함량은 8.41%이었다. 각 지역별 함량은 인천지역 제품이 가장 낮았고, 충북지역 제품이 가장 높았다. β-glucan 함량은 2.44~6.95% 범위였으며, 평균 β-glucan 함량은 4.89%였고 경북지역 제품이 가장 높았다. Lee 등 (11)이 총 β-glucan 함량이 유전적, 환경적인 조건에

Table 2. Protein and β-glucan content in non-waxy pearled barley products

Area	Protein (%)			β-Glucan (%)			Whiteness		
	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave
Gangwon	9.14	6.62	7.92±0.88 ^{ef}	6.11	3.27	4.53±1.07 ^c	38.2	30.6	34.7±3.04 ^{de}
Chungbuk	10.71	7.70	9.40±1.03 ^a	6.78	4.69	5.43±0.89 ^{ab}	40.4	29.0	34.1±3.84 ^{ef}
Chungnam	9.66	7.44	8.47±8.89 ^b	5.71	3.32	4.72±0.73 ^{de}	41.1	29.9	35.1±3.75 ^{cd}
Chonbuk	9.64	7.35	8.38±0.87 ^{bc}	5.83	3.85	4.74±0.85 ^{de}	37.1	30.4	33.9±3.07 ^{ef}
Chonnam	8.46	6.91	8.01d±0.56 ^{ef}	5.80	4.92	5.17±0.34 ^{bc}	44.4	31.5	37.0±4.77 ^b
Gyeongbuk	11.38	8.33	9.57±1.33 ^a	6.59	4.97	5.57±0.69 ^a	38.0	30.5	33.6±2.75 ^f
Gyeongnam	10.21	7.20	8.33±1.02 ^{bcd}	6.95	4.65	5.18±0.67 ^{bc}	41.1	30.6	37.7±2.93 ^{ab}
Seoul	8.96	7.69	8.30±0.53 ^{bcd}	4.90	2.44	3.82±1.07 ^f	40.5	31.5	35.2±3.91 ^{cd}
Incheon	8.13	7.25	7.69±0.62 ^f	5.19	4.34	4.77±0.60 ^{de}	40.8	36.2	38.5±3.25 ^a
Gyeonggido	8.81	7.56	8.09±0.52 ^{de}	5.47	4.42	5.02±0.40 ^{cd}	38.0	29.6	35.8±3.51 ^c
Average			8.41			4.89			35.6

The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

Table 3. Protein and β-glucan content in waxy pearled barley products

Area	Protein (%)			β-Glucan (%)			Whiteness		
	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave
Gangwon	11.36	10.37	10.87±0.70 ^a	7.38	6.12	6.75±0.89 ^{ab}	31.7	30.9	31.3±0.57 ^d
Chungbuk	12.57	9.74	10.61±1.03 ^a	7.24	5.86	6.54±0.57 ^b	42.1	27.1	33.4±5.67 ^{cd}
Chungnam	11.18	9.70	10.40±0.61 ^a	6.75	6.29	6.49±0.22 ^b	44.2	28.5	37.6±7.14 ^{abc}
Chonbuk	11.28	6.23	8.62±1.50 ^d	7.03	4.08	6.06±0.85 ^{bc}	48.6	30.4	37.5±5.10 ^{a-d}
Chonnam	11.04	8.13	9.64±1.09 ^{bc}	6.34	2.81	5.36±1.71 ^{cd}	44.8	35.9	41.4±4.10 ^a
Gyeongbuk	10.40	9.63	10.12±0.35 ^{ab}	6.55	6.15	6.32±0.18 ^b	43.5	33.4	39.3±4.34 ^{abc}
Gyeongnam	10.22	7.17	9.03±1.25 ^{cd}	7.37	5.66	6.60±0.69 ^{ab}	49.6	31.4	40.7±8.04 ^{ab}
Seoul*			8.58±0.52 ^d			5.04±0.21 ^d			34.6±4.21 ^{bcd}
Incheon*			10.19±0.35 ^{ab}			7.30±0.38 ^a			40.4±3.57 ^{ab}
Gyeonggido	10.98	10.08	10.56±0.45 ^a	6.93	6.05	6.51±0.44 ^b	45.0	29.9	39.0±8.01 ^{abc}
Average			9.86			6.30			37.5

* Only one product was purchased.

The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

따라 차이가 있다고 보고한 바와 같이 각 지역별 β -glucan 함량에 대한 통계분석 결과 지역별로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 보리쌀 제품의 백도는 29.0~44.4 범위였으며, 경북과 전북 제품들이 34.0이하로 낮은 값을 나타내었고 인천지역 제품이 38.5로 가장 높은 백도를 나타내었다. Table 3은 찰성보리쌀에 대한 분석결과로 단백질함량은 7.17~12.57%, 평균단백질 함량은 9.86%였으며 충북지역 제품이 가장 높은 함량을 나타내었다. β -glucan 함량은 2.81~7.38%, 평균 6.30%의 함량을 나타내었다. 각 지역별 유의적인 차이를 나타내었으며, 강원과 전남지역 제품들이 높은 함량을 나타내었다. 백도는 27.1~49.6 범위였고, 평균백도는 37.5였으며 경남지역 제품이 가장 높았다. β -glucan 함량은 메성보리쌀보다 찰성보리쌀에서 높다고 보고되어있으며(11), 쌀에서 전분 다음으로 많은 단백질 함량은 품종, 기후, 재배조건에 따라 변이가 심하나 대체로 멥쌀보다 찰쌀이 많다고 보고되어 있다. 조사결과 단백질, β -glucan 함량 및 백도가 다른 연구자들의 보고와 같이 찰성보리쌀이 메성보리쌀보다 높은 경향을 나타내었다. 백도의 경우 일반적으로 알려진 백미의 38.8~43.3와 찰성보리쌀의 백도가 비슷하여 과거 보리쌀에 비하여 많이 향상된 것으로 조사되었다. 그러나 최근 여러 보고에 따르면 취반 후 백도는 물론 취반 후 보관 시 갈변하는 색택변화가 소비자들의 보리쌀 선택 시 부정적 요인으로 작용한다고 하므로 갈변현상 저하에 관한 연구와 품종개발이 필요하다 하겠다(17,18).

취반특성

Table 4, 5는 보리쌀의 주요 취반특성인 흡수성, 퍼짐성, 용출고형물을 조사한 결과로 메성보리쌀 제품의 흡수성은

135~284%, 퍼짐성은 227~457%, 용출고형물은 3.6~7.8% 범위였다. 지역별 취반특성은 유의한 차이를 나타내었으며 경기도 제품들이 흡수성과 퍼짐성에서 좋은 특성을 나타내었다. 찰성보리쌀 제품의 흡수성은 218~593%, 퍼짐성은 366~423%, 용출고형물은 3.4~7.3% 범위로 흡수성과 퍼짐성이 높고 용출고형물은 낮아 좋은 취반특성을 나타내었다. 찰성보리쌀은 밥 지을 때 물을 잘 흡수하여 쌀처럼 잘 퍼지기 때문에 미리 삶지 않고 밥을 지어도 되는 장점이 있다. 이는 찰성보리는 아밀로오스 함량이 적고 아밀로펙틴 함량이 많아 밥을 지을 때 보통 보리보다 물 결합력이 뛰어나 빨리 호화되며 더 많이 팽창하기 때문이다(14,19). 메성보리쌀 제품과 같이 경기도 제품이 비교적 높은 흡수성과 퍼짐성을 나타내는 등 지역별 찰성보리쌀 제품들의 취반특성은 유의적인 차이를 나타내었다.

호화특성

Table 6과 7은 메성보리쌀과 찰성보리쌀의 호화특성 결과로 지역별 호화개시온도는 유의적인 차이를 나타내었으며 메성보리쌀은 강원지역제품이 찰성보리쌀은 충북지역 제품이 높은 호화개시온도를 나타내었다. 평균 호화개시온도는 메성보리쌀이 73.87°C로 찰성보리쌀의 66.95°C보다 높아 아밀로스 함량이 높은 메성보리쌀 전분입자가 팽윤에 저항성이 강한 것으로 나타났다. Kim 등(20)이나 Lee 등(21)은 아밀로스 함량이 높은 전분 입자들은 치밀한 입자들로 모여 있어 팽윤된 전분입자들이 열과 전단력에 대한 저항성이 높아지므로 호화온도가 상승한다고 보고하였다. 또한, 찰성보리쌀과 같이 팽윤력이 높은 전분입자는 전분과 물의 현탁액에서 많은 부피를 점유하게 되어 입자들 사이의 간격이 매우 좁아지게 되기 때문에 전분 입자들

Table 4. Cooking characteristics in non-Waxy pearled barley products

Area	Water absorption (%)			Expansibility (%)			Soluble solid (%)		
	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave
Gangwon	244.0	205.0	228.2±16.9 ^{bcd}	438.0	227.0	375.0±25.3 ^{abc}	6.9	4.8	5.7±0.9 ^{ab}
Chungbuk	230.0	185.0	211.7±16.0 ^{bc}	391.0	318.0	346.5±27.4 ^{cd}	5.6	4.1	4.6±0.6 ^{bc}
Chungnam	238.0	135.0	203.5±13.5 ^c	409.0	350.0	375.0±20.7 ^{abc}	6.8	3.6	5.0±1.0 ^{cd}
Chonbuk	263.0	225.0	238.8±14.9 ^{ab}	424.0	358.0	387.6±11.7 ^{ab}	6.4	4.4	5.3±0.9 ^{bc}
Chonnam	229.0	187.0	216.8±15.4 ^{cde}	407.0	241.0	344.0±18.1 ^{cd}	6.0	3.6	5.1±1.0 ^c
Gyeongbuk	229.0	202.0	215.6±11.1 ^{cde}	379.0	346.0	367.3±13.6 ^{bc}	4.7	4.2	4.5±0.2 ^c
Gyeongnam	268.0	202.0	230.7±11.7 ^{bc}	457.0	375.0	398.9±13.5 ^a	6.9	4.2	5.3±0.9 ^{bc}
Seoul*	234.0	204.0	217.3±13.2 ^{cde}	379.0	230.0	335.8±20.9 ^d	7.8	5.2	6.1±1.2 ^a
Incheon*	284.0	217.0	250.5±15.4 ^a	419.0	372.0	395.5±14.2 ^{ab}	6.5	4.8	5.7±1.2 ^{bc}
Gyeongido	241.0	218.0	232.2±9.3 ^{abc}	419.0	360.0	388.6±11.9 ^{ab}	6.2	4.0	5.3±0.9 ^{bc}
Average			224.53			371.42			5.25

The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

Table 5. Cooking characteristics in Waxy pearled barley products

Area	Water absorption (%)			Expansibility (%)			Soluble solid (%)		
	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave
Gangwon	267.0	238.0	252.5±20.5 ^{cd}	415.0	387.0	401.0±19.8 ^{ab}	3.9	3.7	3.8±0.1 ^f
Chungbuk	281.0	233.0	257.2±18.0 ^{cd}	432.0	378.0	405.8±17.2 ^{ab}	5.5	3.5	4.4±0.7 ^{def}
Chungnam	315.0	234.0	259.3±17.7 ^{bcd}	459.0	371.0	404.8±17.8 ^{ab}	7.1	3.8	5.1±1.4 ^{bc}
Chonbuk	423.0	234.0	266.6±14.4 ^{abc}	593.0	370.0	410.4±11.6 ^{ab}	7.3	3.4	5.0±1.2 ^{bcd}
Chonnam	318.0	262.0	286.3±13.4 ^a	473.0	366.0	418.8±13.8 ^{ab}	7.2	5.5	6.3±0.7 ^a
Gyeongbuk	252.0	231.0	243.8±9.5 ^d	455.0	369.0	426.5±19.0 ^a	5.3	4.1	4.7±0.5 ^{cde}
Gyeongnam	290.0	218.0	255.6±17.0 ^{cd}	430.0	395.0	407.8±13.6 ^{ab}	6.1	4.4	5.4±0.8 ^b
Seoul*			250.0±10.2 ^{cd}			404.0±10.2 ^{ab}			4.0±0.3 ^f
Incheon*			249.0±8.9 ^{cd}			398.0±13.5 ^b			4.3±0.6 ^{ef}
Gyeonggi-do	292.0	270.0	279.3±11.4 ^{ab}	418.0	401.0	407.3±9.3 ^{ab}	5.8	4.0	4.9±0.9 ^{bce}
Average			259.94			408.44			4.79

*Only one product was purchased.
The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

사이에 마찰이 심하게 되고, 계속적인 팽윤력의 증가로 인하여 전분입자는 아밀로그래프에 의해 작동되는 전단력에 쉽게 파괴되어 호화온도가 낮다고 보고하였다. 메성보리쌀과 찰성보리쌀의 최고점도와 최종점도는 지역별 현저한 차이를 나타내었으며, 경북지역제품이 높은 최고점도와 최종점도를 나타내었다. 최고점도는 메성보리쌀이 274.77 RVU로 찰성보리쌀의 204.27 RVU 보다 높았으며, 최저점도와 최종점도도 메성보리쌀이 찰성보리쌀 보다 현저히 높아 강하점도와 치반점도가 메성보리쌀(101.51 RVU, 117.94 RVU)이 찰성보리쌀(81.03 RVU, 44.04 RVU)보다 높게 나타나는 등 아밀로그래프상 호화특성에 큰 차이를 보였

다. 이러한 차이는 Kim 등(20)이 보고한 바와 같이 팽윤력이 큰 찰성보리쌀 입자는 최고점도에 쉽게 도달하지만 입자내의 intermolecular force가 약하여 온도가 증가하는 동안에 계속 작용하고 있는 전단력에 더욱 민감하기 때문에 쉽게 부서지게 되며, 냉각과정에서도 아밀로오스 함량이 적기 때문에 찰성보리쌀의 치반점도가 낮은 것으로 사료되었다. 국내 유통 메성과 찰성보리쌀 제품들의 호화특성 차이는 제품에 사용된 원료보리 품종이나 재배지역 환경조건의 차이가 일부 원인이 되었을 것으로 판단된다. 쌀의 경우 생산된 지역의 날씨가 다르면 여러 가지 물리적인 특성이 상당한 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(22).

Table 6. Pasting properties of non-waxy pearled barley products flours by rapid visco-analyzer

Area	Initial pasting temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Hot paste viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)	Breakdown viscosity ¹⁾ (RVU)	setback viscosity ²⁾ (RVU)
Gangwon	79.42±6.24 ^a	272.86±24.93 ^{abc}	153.04±29.65 ^d	288.37±25.23 ^{ab}	119.82±19.03 ^a	135.33±18.56 ^{ab}
Chungbuk	69.17±8.00 ^c	272.72±18.01 ^{abc}	165.41±27.52 ^{cd}	284.38±22.76 ^{ab}	107.31±17.83 ^{abc}	118.97±21.24 ^{ab}
Chungnam	73.12±10.13 ^{abc}	261.56±19.27 ^c	165.29±23.17 ^{cd}	251.53±71.93 ^b	96.28±13.21 ^{bc}	86.24±60.30 ^b
Chonbuk	72.04±8.76 ^{abc}	290.66±11.95 ^{ab}	192.75±13.15 ^a	309.86±14.92 ^{ab}	97.91±12.73 ^{abc}	117.11±17.21 ^{ab}
Chonnam	77.87±10.49 ^{ab}	272.59±22.11 ^{abc}	179.17±24.08 ^{abc}	294.37±16.71 ^{ab}	93.43±18.97 ^{bc}	115.20±13.94 ^{ab}
Gyeongbuk	70.40±8.69 ^{bc}	300.30±23.62 ^a	185.46±15.53 ^{ab}	328.98±10.04 ^a	114.84±16.96 ^{ab}	143.53±15.25 ^a
Gyeongnam	70.19±7.74 ^c	265.14±48.08 ^{bc}	166.32±35.73 ^{bcd}	269.75±67.88 ^{ab}	98.81±19.18 ^{abc}	103.43±51.92 ^{ab}
Seoul	79.04±7.10 ^a	252.80±36.63 ^c	160.53±21.27 ^{cd}	278.54±37.13 ^{ab}	92.27±37.00 ^c	118.02±36.82 ^{ab}
Incheon	74.53±15.93 ^{abc}	290.60±28.90 ^{ab}	196.67±22.91 ^a	315.06±22.31 ^a	93.93±5.99 ^{bc}	118.39±0.60 ^{ab}
Gyeonggi-do	72.90±9.30 ^{abc}	268.42±23.13 ^{bc}	167.87±32.02 ^{bcd}	291.02±31.33 ^{ab}	100.54±16.76 ^{abc}	123.15±9.82 ^{ab}
Average	73.87	274.77	173.25	291.19	101.51	117.94

¹⁾Peak viscosity minus hot viscosity.
²⁾Final viscosity minus hot viscosity.
The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

Table 7. Pasting properties of waxy pearled barley products flours by rapid visco-analyzer

Area	Initial pasting temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Hot paste viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)	Breakdown viscosity ¹⁾ (RVU)	setback viscosity ²⁾ (RVU)
Gangwon	66.71±0.87 ^{abc}	178.08±40.19 ^c	109.46±4.54 ^c	149.29±1.36 ^{bc}	68.62±35.65 ^{bc}	39.83±5.90 ^{cd}
Chungbuk	67.53±0.46 ^a	184.06±50.20 ^c	118.31±22.55 ^{cde}	160.20±38.72 ^{bc}	65.75±28.43 ^c	41.90±16.78 ^{cd}
Chungnam	66.85±0.48 ^{abc}	196.92±48.11 ^{bc}	125.27±19.47 ^{a-d}	180.16±33.24 ^{ab}	71.65±29.37 ^{bc}	54.89±18.33 ^{abc}
Chonbuk	67.41±1.03 ^{ab}	232.60±38.64 ^{ab}	131.96±14.44 ^{ab}	177.34±31.05 ^{ab}	100.64±35.31 ^{ab}	45.38±18.62 ^{bcd}
Chonnam	67.03±0.44 ^{ab}	185.29±40.46 ^c	118.90±16.74 ^{bc}	151.97±18.95 ^{bc}	66.39±24.19 ^c	33.08±2.77 ^d
Gyeongbuk	67.48±1.21 ^{ab}	249.22±45.50 ^a	138.71±17.56 ^a	199.88±30.16 ^a	110.50±30.02 ^a	61.17±19.19 ^{ab}
Gyeongnam	67.13±0.39 ^{ab}	213.03±25.66 ^{abc}	137.32±13.94 ^a	201.31±32.39 ^a	75.71±18.11 ^{bc}	63.99±20.64 ^a
Seoul	66.00±0.20 ^c	191.41±46.21 ^{bc}	106.47±12.66 ^c	134.42±13.56 ^c	84.94±28.32 ^{abc}	27.95±15.23 ^d
Incheon	66.58±0.35 ^{bc}	218.11±37.56 ^{abc}	129.80±14.25 ^{abc}	163.08±18.55 ^{bc}	88.31±34.22 ^{abc}	33.28±10.52 ^d
Gyeonggido	66.76±0.55 ^{abc}	193.97±28.78 ^{bc}	116.17±15.24 ^{de}	155.11±33.24 ^{bc}	77.80±15.04 ^{bc}	38.94±20.08 ^{cd}
Average	66.95	204.27	123.24	167.28	81.03	44.04

¹⁾Peak viscosity minus hot viscosity.

²⁾Final viscosity minus hot viscosity.

The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

단백질, β-glucan 함량과 취반특성의 상관관계

메성과 찰성 보리쌀 제품들의 단백질, β-glucan과 취반특성들 사이의 상관관계를 알아보았다(Table 8). 메성과 찰성에 관계없이 단백질 함량과 β-glucan 함량은 정의 상관관계(r=0.632***, r=0.453**)를 나타내었으며, 백도와는 부의 상관관계(r=-0.433***, r=-0.343**)를 나타내었다. 쌀에서의 흡수성이 쌀단백질 함량과 유의한 상관관계가 없다는 결과(23)와 마찬가지로 보리의 경우에도 단백질과 흡수성 및 퍼짐성과는 유의적인 상관관계를 나타내지 않았다. 쌀의 경도는 용출고형물량과 부의 상관관계를 가지며, 단백질 함량은 쌀의 품질과 밥의 텍스처에 영향을 미쳐 단백질이 많을수록 밥이 단단하고 부착성이 떨어진다고 보고되어있다. 보리의 경우에도 용출고형물과 단백질은 부의 상관관계를 나타내었으며, β-glucan 함량과도 부의 상관관계를 나타내었다.

최근 농촌진흥청(24)에서 수도권 주부 1000명을 대상으로 보리쌀 소비형태에 대한 조사 결과를 보면 보리쌀 중 찰성보리쌀 구입이 전체 보리쌀의 63.1%를 차지하였다. 찰성보리쌀은 메성보리쌀에 비하여 퍼짐성과 흡수성이 좋고 찰기가 있어 근래 소비자들이 많이 선호하는 보리쌀이

Table 9. Waxy ratio in waxy pearled barley products

Area	Waxy ratio (%)		
	Max	Min	Average
Gangwon	97.8	92.2	95.0 ^{fl)}
Chungbuk	100.0	91.1	95.6 ^{ef}
Chungnam	100.0	97.8	99.3 ^a
Chonbuk	100.0	84.4	97.0 ^{b-f}
Chonnam	98.9	96.7	97.8 ^{ad}
Gyeongbuk	97.8	93.3	96.3 ^{ef}
Gyeongnam	97.8	94.5	95.8 ^{def}
Seoul [*]			98.9 ^{ab}
Incheon [*]			98.2 ^{abc}
Gyeonggido	98.9	95.6	97.3 ^{ac}
Average			96.7

^{*} Only one product was purchased.

The different superscript letters within same columns mean significantly different at p<0.05.

Table 8. Correlation coefficients between protein, β-glucan and cooking properties of non-waxy and waxy pearled barley products

	Correlation coefficient	β-Glucan (%)	Whiteness	Water absorption (%)	Expansibility (%)	Soluble solid (%)
Non-waxy barley	Protein(%)	0.633 ^{***}	-0.433 ^{***}	-0.118	-0.076	-0.463 ^{**}
	β-Glucan (%)		0.018	0.044	0.013	-0.411 ^{**}
Waxy barley	Protein(%)	0.453 ^{**}	-0.343 ^{**}	-0.219	0.099	-0.455 ^{**}
	β-Glucan (%)		0.038	-0.410 ^{***}	0.172	-0.340 ^{**}

^{**}, ^{***} mean significant at p=0.01 and 0.001 respectively.

다. 찰성보리쌀의 가장 중요한 특성은 찰성 비율로 요오드 반응을 이용한 각 지역별 찰성 보리쌀의 찰성 검정 결과를 Table 9와 10에 나타내었다. 찰성비율은 84~100% 범위였으며, 평균 찰성비율은 97%였고 충남지역의 찰성보리쌀 제품이 99%이상으로 가장 높은 찰성비율을 나타내었다.

Table 10. Distribution of waxy ratio of pearled barley products

Sample No.	Waxy ratio(%)			
	~ 90.0	90.1~95.0	95.1~98.0	98.1~100.0
	1	9	23	16

조사된 찰성비율을 일정범위에 따라 정리하여 본 결과 16개 브랜드만이 98%이상의 높은 찰성비율을 나타내는 등 시중에 판매되고 있는 찰성보리쌀 제품들의 찰성비율이 제품별, 지역별로 큰 차이를 보였다. 특히, 품질 인증을 받은 우수 찰성보리쌀 가공업체 8개 제품들의 찰성비율이 96~100%(평균 98%, 실험결과는 제시하지 않음)이었던 것과 비교해보면 시중에 유통되고 있는 몇몇 제품들은 찰성비율이 떨어지는 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 품질을 개선하고 소비자들을 보호하기 위해서는 찰성비율에 의한 등급화를 할 수 있는 품질 인증 기준 설정이 필요하다. 또한, 이러한 기준 설정에 따른 가격차별화는 소비자들이 좋은 품질의 찰성보리쌀을 믿고 구입할 수 있도록 할 뿐만 아니라 궁극적으로는 우수 찰성보리쌀 제품을 생산하는 생산자도 보호하는 결과가 될 것이다.

요 약

국내 시판 보리쌀 107개 제품을 수집하여 단백질, β -glucan 함량, 백도, 찰성비율, 취반특성 및 호화특성 등을 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다. 국내 유통 메성보리쌀의 단백질 함량은 6.62~11.38%였고, β -glucan 함량은 2.44~6.95%, 백도는 29.0~44.4이였으며 흡수성은 135~284%, 퍼짐성은 227~457%이었다. 찰성보리쌀의 경우 단백질은 7.17~12.57%, 백도는 27.1~49.6, β -glucan 함량은 2.81~7.38%로 메성보리쌀보다 높았으며 흡수성과 퍼짐성도 218~593%와 366~593%로 메성보리쌀보다 높았다. 즉, 찰성보리쌀 제품이 메성보리쌀 제품보다 취반특성이나 백도, β -glucan 함량 등에서 좋은 특성을 나타내었다. 호화특성은 지역별 생산제품별로 차이가 있었으며 호화개시온도는 메성보리쌀 제품이 찰성보리쌀 제품보다 높았고 최고점도, 최저점도, 최종점도들도 메성보리쌀 제품이 찰성보리쌀 제품보다 높게 나타났다. 메성과 찰성에 관계없이 단백질 함량과 β -glucan 함량은 정의 상관관계($r=0.632^{***}$, $r=0.453^{**}$)를 나타내었으며, 백도와는 부의 상관관계($r=-0.433^{***}$, $r=-0.343^{**}$)를 나타내었다. 찰성보리쌀 제품

의 찰성비율을 분석한 결과 84~100% 범위였으며, 평균 찰성비율은 97%이었고 이중 16개 제품이 98%이상의 찰성비율을 나타내는 등 시중에 판매되고 있는 제품들의 찰성비율이 지역별, 제품별로 큰 차이를 보였다.

참고문헌

1. Arndt, E.A. (2006) Whole-grain barley for today's health and wellness needs. *Cereal foods world*, 51, 20-22
2. Cheigh, H.S., Lee, N.S. and Kwon, T.W. (1976) Some nutritional composition of barley flours. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 8, 260-262
3. Louise, C. and Brennan, C. (2006) The influence of a (1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta. *International J. Food Sci. Technol.*, 41, 910-918
4. Pins, J.J. and Kaur, H. (2006) A review of the effects of barley β -glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Food World*, 51, 8-11
5. Macgregor, A.W. and Fincher, G.B. (1993) Carbohydrates of the barley grain. in *barley Chemistry and technology*. Macgregor A.W and Bhatti R. S. eds. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minesota, p 73-130.
6. Oh, H.J. (1996) Physiological function in vitro of β -glucan isolated from barley. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 689-695
7. Lee, Y.T. (2001) Dietary fiber composition and viscosity of extracts from domestic barley, wheat, oat, and rye. *Korean J. Food Nutr.*, 14, 233-238
8. Lee, W.J. (1992) Changes in dietary fiber content of barley during pearling and cooking. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 80-182
9. Lee, H.S. (1991) Estimation of dietary fiber intake of college students. *Korean J. Nutr.*, 24, 534-546
10. Faraj, A., Vasanthan, T. and Hoover, R. (2006) The influence of α -amylase hydrolyzed barley starch fractions on the viscosity of low and high purity barley β -glucan concentrates. *Food Chem.*, 96, 56-65
11. Lee, Y.T. (1996) Physicochemical characteristics and physiological functions of β -glucan in barley and oats. *Korean J. Crop. Sci.*, 41, 10-24
12. Morin, L.A., Temelli, E. and McMullen, L. (2005) Physical and sensory characteristics of reduced-fat breakfast sausages formulated with barley β -glucan. *J.*

- Food Sci., 67, 2391-2396
13. Yokoyama W.H. and Shao Q. (2006) Soluble fiber prevent insulin resistance in hamsters fed high saturated fat diets. *Cereal Food World*, 51, 16-18
 14. Son, Y.K., Park, J.H. Lee, C.K. Lee, Y.H. and Yang, J.S. (2005) Physicochemical characteristics of korean milled waxy barley products. *Treat. Crop Sci.*, 6, 591-596
 15. Park, S.H., Kim, K. Kim, S.K. and Park, Y.K. (1989) Proximate composition and mineral content of naked barley differing in pearling degrees. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 18, 328-332
 16. Jung, E.Y., Yum, C.A. Kim, S.K. and Jang, M.S. (1987) The chemical composition of pearled, cutted and pressed barleys. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 19, 290-294
 17. Ninimiya, Y., Kawazu, K. Shiraishi, M. Sato, Y. and Utsunomiya, R. (2000) The discoloration factor in naked-barley kernels. *Bulletin of the Oita Prefectural Agricultural Research Center*, 30, 15-24
 18. Quinde, Z., Ulrich, S.E. and Baik, B.K. (2004) Genotypic variation in color and discoloration potential of barley-based food products. *Cereal Chem.*, 81, 752-758
 19. Fredriksson, H., Silverio, S., Andersson, R., Eliasson, A.C. and Aman, P. (1998) The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. *Carbohydr Polymers*, 35, 119-13
 20. Kim, Y.S., Lee, Y.T. and Seog, H.M. (1999) Physicochemical properties of starches from waxy and non-waxy hull-less barleys. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 42, 240-245
 21. Lee, S.H., Han, O., Lee, H.Y. Kim, S.S. and Chung, D.H. (1989) Physicochemical properties of rice starch by amylose content. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21, 766-771
 22. Moon, S. S., Lee, K. H. and Cho, R.K. (1994) Application of near infrared reflectance spectroscopy in quality evaluation of domestic rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26, 718-725
 23. Choi, H.C. (2002) Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *J. Crop Sci.* 47, 15-32
 24. 농촌진흥청. (2006) 맥류제품의 소비자 선호도 분석. pp. 11-13

(접수 2009년 4월 14일, 채택 2009년 8월 14일)