

출수 후 일수에 따른 쌀보리 종실의 이화학적 특성 변화

주정일* · 이가순* · 민희일**** · 이병진** · 권병구** · 구자형*** · 오만진****†

*충남농업기술원, **해찬들(주), ***충남대학교 원예학과, ****충남대학교 식품공학과

Changes in Physicochemical Characteristics of Green Barley according to Days after Heading

Jung-Il Ju*, Ka-Soon Lee*, Hee-Il Min****, Byung-Jin Lee**, Byung-Gu Kwon**
Ja-Hyeong Gu***, and Man-Jin Oh****†

*Chungnam Province Agricultural Research and Extension Services, Chungnam 330-625, Korea

**Haechandle Co., Ltd, Nonsansi, Chungnam 320-830, Korea

***Dept. of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

****Dept. of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT In order to evaluate the utilization of immature green barley kernels as food processing material, these experiments were carried out to analyze free sugars, free amino acids, mineral contents and color of two naked barley varieties according to their heading dates. Contents such as moisture, protein, fat, ash, and free sugars were gradually decreased according to the days after heading of the nonwaxy naked barley 'Saessalbori' and waxy naked barley 'Hinchalssalbori', while crude fiber and starch were gradually increased. Contents like maltose and maltotriose in immature green kernels were high, but free amino acids showed a tendency to decrease, among which the alanine content was the highest. As barley matured, beta-glucan content, redness and yellowness increased, while lightness decreased. Considering chemical composition and color, the immature green cereals were produced through blanching the spikes harvested before the yellow ripe stage around 26~27 days after heading. The optimum duration of harvest was very limited to produce green whole grains. The harvested green barley cereals is able to eat raw barley or cook it as food processing material.

Keywords : barley, green barley, whole grains, β -glucan, free amino acids

우리의 식생활은 그 동안 곡물을 주식으로 하여 발전하여 왔으나 근래 식생활 변화에 따른 우유 및 육류 가공품의 소

비 증가로 쌀을 비롯한 곡류의 소비가 감소되고 있다. 이에 따른 곡류의 소비 대안으로 곡류의 영양과 생리활성을 기대하여 전곡립 (whole grain)을 이용하고자 하는 연구가 수행되어 왔으며 특히 항산화성, 항당뇨성, 면역 증가효과가 있다고 알려진 보리에 대하여 많은 연구자들이 관심을 가지게 되었다(Ryu *et al.*, 2002; Song *et al.*, 2001; Kim & Min, 1997). 보리는 β -glucan, dietary fiber, pentosan 등의 함량이 높아 일반 곡류와는 다른 성분 조성을 가지고 있어 주식으로 뿐만 아니라 이유식이나 생식 등의 소재로 이용하고 있다.

그동안 보리의 성분에 관한 연구는 많은 연구자들에 의하여 수행되어 왔으며 보리와 귀리의 품종에 따른 β -glucan의 함량(Jung *et al.*, 2003), β -glucan이 보리 전분의 호화에 미치는 영향(Choi *et al.*, 2003), 보리를 이용한 β -glucan 강화 국수(Lee & Jung, 2003), 보리 품종이 β -glucan 및 맥아 품질에 미치는 영향(Lee & Lee, 1994), 보리겨로부터 β -glucan의 추출(Kim & Yoo, 2003)등에 관한 연구가 있다. 보리의 지방에 대해서는 많은 연구(Kim *et al.*, 1990; Chun & Lee, 1984; Shin *et al.*, 1981; Shin & Gray, 1983)가 있었으며 식이섬유(Lee *et al.*, 1992), 무기질, 비타민, 아미노산(Cheigh *et al.*, 1976; Lee *et al.*, 1983; Park & Yang, 1976), 보리와 밀 품종의 영양성분(Choe & Youn, 2005), 성숙과정 중에 있는 보리를 볶았을 때 화학적 성분 변화(Lee *et al.*, 1992), 겉보리의 성숙 중 이화학적 성분 변화(Kim *et al.*, 1993)등이 보고되었다.

성숙과정 중에 있는 쌀보리는 출수 후 일수의 차이에 따

†Corresponding author: (Phone) +82-42-821-6728

(E-mail) ohmj@cnu.ac.kr

<Received June 5, 2006>

라 종실의 색도가 다르고 영양성분, 생리활성, 관능에 큰 차이가 있어 가공소재로 이용하기에 적당하다. 이에 출수 후 일수에 차이를 두어 풋보리를 수확하고 조제한 미성숙 녹색 보리쌀에 대한 기초 자료를 얻고자 새쌀보리와 흰찰쌀보리의 일반성분, 유리아미노산, 유리당, 무기질, β -glucan과 색도를 측정하여 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시험재료

시험재료는 메성 품종인 새쌀보리와 찰성 품종인 흰찰쌀보리를 충남 농업기술원 예산포장에 10월 24일에 파종하여 보리 표준재배법에 준하여 재배하였다. 분석시료의 조제는 2005년 5월 18일, 5월 21일, 5월 26일과 성숙기인 6월 2일에 지상부를 예취하였는데 새쌀보리는 출수기 5월 1일, 흰찰쌀보리는 4월 30일로서 출수 후 일수에서 하루씩 차이가 있었다. 예취한 지상부에서 이삭만 절단하여 끓는 물에 60초 정도 blanching 한 후 건조시켜 보리껍질을 제거한 미성숙 상태의 녹색 쌀보리를 탈립하였고, -70°C 에서 보관하면서 성분을 분석하였다.

일반성분 분석

수분은 직접 건조법(AACC, 1983), 조단백질은 micro Kjeldahl 분해법(AOAC, 1985), 조지방은 Soxhlet 추출법(Daniel *et al.*, 1996), 조섬유는 Heneberg-Stohmann법(AOAC, 1995), 회분은 직접회화법, 환원당은 3, 5-nitrosalicylic acid 법(Miller, 1959), 전분은 2.5% HCl 용액으로 2.5시간 비등하여 분해한 후 DNS법으로 환원당을 측정하고 환산계수 0.9를 곱하여 함량을 표시하였다.

유리당 분석

시료 5 g에 10배의 증류수를 가하여 15분간 끓인 후 여과하여 50 ml로 정용한 후 0.45 μm syringe filter로 여과하여 HPLC 분석시료로 하였다. 분석조건은 Varian Proster model 230, Shodex 75 ELSD detector(temperature : 50°C , N2 pressure : 3.0 bar). 분석컬럼은 Shodex Asashipak NH_2 -50 4E column(250×4.6 mm)이었고, 이동상으로 acetonitrile : 1% acetic acid(75 : 25. v/v)로 분석하였다.

유리 아미노산 조성

유리당 추출과 같은 방법으로 유리 아미노산을 추출하여

0.45 μm syringe filter로 여과하여 분석 시료로 하였으며 EZ : fast method(easy-fast amino acid testing kit)을 이용하여 solid phase extraction하고 alkylated amino acid 유도체로 한 다음 Shimadzu GC-MS-2010, FID, amino acid analysis GC column ($10 \text{ m} \times 0.25 \text{ um ID}$), initial temp. 110°C , final temp. 320°C , elavating $30^{\circ}\text{C}/\text{min}$, He carrier gas(1 : 15), injection temp. 250°C , detector temp. 320°C 에서 분석하였다(Peter *et al.*, 2003).

무기물 분석

식품공전(Korean food industry association, 2005)의 무기 성분 분석방법 중 건식분해법에 준하여 시료를 전처리하였다. 시료 5 g을 취해 550°C 에서 회화하여, 18% HCl 용액 10 ml를 가하여 수욕에서 완전 증발 건조시킨 후 건조물에 9% HCl 용액 8 ml를 가하여 가열 후 100 ml로 정용한 분석시료를 inductively coupled plasma(ICP), atomic emission spectrometer(AES, Perkin-Elmer, Optima 3300DV, USA)로 분석하였다.

Beta-glucan

Beta-glucan 함량은 McCleary & Glenne-Holm의 효소적 방법(1985)에 의하여 (1-3)(1-4)- β -D-glucan assay kit(Megazyme Pty, Ltd, Australia)을 사용하여 측정하였다.

즉, 시료 1 g에 50% ethanol 5 ml를 가하고 5분간 비등 처리하여 혼합한 후 50% ethanol 5 ml를 넣어 혼합하고 3000 rpm에서 10분간 원심분리하고 잔사에 50% ethanol 10 ml에 현탁시켜 3000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상징액을 버리고, sodium phosphate buffer 5 ml에 잔사를 현탁시켜 분석시료로 하였다.

현탁액 0.1 ml와 50 mM sodium acetate buffer- β -glucosidase(0.2U) 0.1 ml를 혼합하여 40°C 에서 15분간 반응시키고 GOPOD(glucose peroxidase / 4-amino-antipyrine) 시약 3 ml를 가하여 40°C 에서 20분간 반응시킨 후 510 nm에서 흡광도를 측정하여 함량을 계산하였다.

색도 분석

건조 분쇄한 시료를 흰 종이위에 고르게 편 후 color difference meter(Minolta, CR-300, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였으며 표준판은 $Y=93.6$, $x=0.3130$, $y=0.3192$ 의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분

시험재료로 사용된 새쌀보리와 흰찰쌀보리의 출수 후 일수에 따른 수확시기별 일반성분을 측정한 결과는 Table 1과 같다.

새쌀보리는 출수 후 일수에 따라 단백질 10.0~13.5%, 지방 3.2~6.5%, 섬유소 3.9~5.4%, 회분 2.0~2.8%, 유리당 1.5~7.0%, 전분 30.7~73.2%이었고, 흰찰쌀보리는 단백질 8.7~12.6%, 지방 3.6~9.0%, 섬유소 2.8~5.9%, 회분 2.4~3.0%, 유리당 0.5~5.7%, 전분 26.4~68.3%의 함량을 나타냈다. 보리는 완숙에 가까워질수록 전분과 섬유소는 증가하였고, 수분, 단백질, 지방, 회분, 유리당은 감소하는 경향을 보였으며 전분의 함량에서 성숙도에 따라 큰 차이를 나타내었고 흰찰쌀보리가 출수 후 일수에 따른 수확시기에 따라 성분 함량 차이가 컸다.

출수 후 일수에 따른 새쌀보리와 흰찰쌀보리의 수분함량은 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향을 보였고, 출수 후 34일에는 약 45%의 수분함량을 나타내었으며 유숙기의 보리 수분함량이 40~50%로써 본 연구 결과보다 높게 나타났다(Lee & Lee, 1994).

수확시기에 따른 보리의 조단백 함량은 완숙에 가까워질수록 약 3.0~3.5%이었으며 새쌀보리가 흰찰쌀보리에 비해 약 1%정도 높았다. 출수 후 34일의 새쌀보리의 조단백 함량은 10.0%, 흰찰쌀보리는 8.7%로 다른 연구자들과 유사한 결과를 보였지만 또 다른 연구결과에 비해서는 낮은 편이었다(Choe & Youn, 2005; Lee *et al.*, 1992; Park *et al.*, 1989). 또한, 성숙도에 따라 단백질 함량이 증가하는 경향을 보여 본 연구와는 다른 결과를 나타내기도 하였다(Kim

et al., 1993; Lee & Lee, 1994). 보리의 지방 함량은 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향을 보였으며 출수 후 19일에 흰찰쌀보리가 새쌀보리에 비하여 3% 정도 높았지만 출수 후 34일에는 시험품종 간에 큰 차이가 없었다. 완숙한 보리의 지방 함량은 출수 후 19일보다 새쌀보리는 3.3%, 흰찰쌀보리는 5.5% 정도로 감소하였으며 본 결과는 찹쌀보리의 지방함량 1.05%(Choe & Youn, 2005), 새쌀보리의 지방함량 2.03%(Park *et al.*, 1989)라고 보고한 결과보다 높았으며 쌀보리의 지방함량 3.1%(Lee *et al.*, 1992)와는 비슷하였다.

환원당의 함량은 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향을 보였으며 출수 후 19일에 새쌀보리 7.0%, 흰찰쌀보리 5.7%에서 출수 후 34일에는 각각 1.5%, 0.5%로 많은 감소를 보였는데, 이것은 유리당이 시간이 지나면서 보리의 생육 활동을 위해 에너지원으로 사용되었거나 저장 에너지원으로 *starch*, *dextrose*, *cellulose*, *hemicellulose*의 여러 가지 형태로 전환되었기 때문인 것으로 생각된다. 출수 후 22일에는 출수 후 19일에 비하여 새쌀보리 약 4.2%, 흰찰쌀보리 약 2.5%의 감소를 보였으며, 새쌀보리의 유리당이 급격히 감소하였다. Kim *et al.*(1993)의 연구에서도 본 연구와 마찬가지로 시간이 경과함에 따라 유리당이 감소하였으며, 성숙 초기에 건물량의 9% 정도의 유리당이 출수 후 31일에는 2.9%, 출수 후 36일에는 1.9% 정도로서 더 이상의 큰 감소는 보이지 않았다고 보고하였다.

전분의 함량은 완숙에 가까워질수록 증가하는 경향을 나타내었으며 출수 후 19일에 26.4~30.7%의 전분함량이 출수 후 22일에서는 새쌀보리, 흰찰쌀보리 각각 52.7%, 66.1%로 급격한 증가를 보였다. 새쌀보리는 출수 후 34일에는 73.2%의 전분함량을 나타내었다.

Lee & Lee(1994)의 연구에서는 보리의 출수 후 성숙이

Table 1. Chemical compositions of immature green barley kernels according to days after heading.

(% on a dry basis except moisture)

Varieties	Days after heading	Moisture	Protein	Lipid	Reducing sugar	Starch	Fiber	Ash
Saessalbori	19	68.0	13.5	6.5	7.0	30.7	3.9	2.8
	22	64.0	11.9	5.0	2.8	52.7	4.3	2.5
	27	53.0	11.6	4.5	2.0	61.4	5.1	2.2
	34	46.2	10.0	3.2	1.5	73.2	5.4	2.0
Hinchalssalbori	18	67.0	12.6	9.0	5.7	26.4	2.8	3.0
	21	66.0	11.5	7.5	3.2	66.1	3.2	2.9
	26	52.0	10.5	5.5	2.6	67.5	5.2	2.5
	33	43.9	8.7	3.6	0.5	68.3	5.9	2.4

진행됨에 따라 배유층 내에 전분 등 고분자 물질들의 축적으로 고형분 함량은 점차 증가하게 되지만, 일정시기가 지난 후 유숙기 상태에 들어가게 되면 전분의 합성은 거의 완료상태에 이르게 된다고 보고한 바 있다. Kim *et al.*(1993)은 출수 후 10~17일경 34~36% 정도에 불과하던 전분함량이 성숙됨에 따라 급격한 증가를 보여 출수 후 31일에는 63~65% 정도, 36일에는 64.5%이었다고 보고한 바 있어 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Trop(1980)은 37종의 보리에 대해 전분함량을 조사한 결과 55~62% 범위로 품종에 따라 차이가 있었으며 Lee *et al.*(1992)의 연구결과와 비교해 볼 때 본 연구에서는 새쌀보리 73.2%, 흰찰쌀보리 68.3%로 약간 높았다.

조섬유 함량은 완숙에 가까워질수록 증가하는 경향을 보여 새쌀보리가 5.4%, 흰찰쌀보리가 5.9%로써 Choe & Youn (2005)의 연구 결과보다 상당히 높게 나타났으며 Lee *et al.*(1992)의 연구 결과에 비해서는 상당히 낮게 나타났다. 이와 같은 연구 결과들의 차이는 품종, 재배환경 및 실험방법 등의 차이에서 기인되는 것으로 생각된다.

Kim *et al.*(1993)은 보리 곡립의 성숙 중 이화학적 특성 변화에 대하여 연구하였는데, 보리가 성숙됨에 따라서 조섬유의 함량이 감소한다고 하여 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다. 조섬유의 감소는 초기의 미숙된 보리가 주로 외피와 과피로 이루어져 있고 배유는 개화 후 10일부터 급격히 발달하게 됨으로서 이삭의 건물량은 개화 10~30일 사이에 급격히 증가하고 완숙단계에서는 정체된다는 사실과 관련이 있는 것으로 판단되었다. 본 연구에서는 완숙에 가까워질수록 조섬유의 함량이 증가하였고, 그 이유는 보리가 익어갈수록 식물 세포벽과 세포구조 성분인 cellulose,

hemicellulose, lignin, pentosan 등의 생성이 증가되기 때문인 것으로 생각되었다. 흰찰쌀보리의 경우 출수 후 18일에 새쌀보리에 비해 약 1.1% 정도 적었는데 출수 후 21일부터는 급격히 증가하였으며 완숙에서는 오히려 새쌀보리보다 0.5% 정도 더 높았다.

회분의 함량은 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향으로 이는 Kim *et al.*(1993), Lee & Lee(1994)의 결과와 같은 경향이었다. 출수 후 34일의 회분함량은 출수 후 18~19일보다 0.6~0.8% 감소하였고, 흰찰쌀보리가 새쌀보리에 비해 약 0.3% 더 높았으며 다른 연구 결과(Choe & Youn, 2005; Lee *et al.*, 1992; Park *et al.*, 1989)와 거의 비슷한 결과를 나타내었다.

유리당 함량

출수 후 일수를 달리하여 수확하고 조제한 미성숙 녹색 쌀보리의 유리당 조성 및 함량은 Table 2와 같다.

전반적으로 maltose의 함량이 가장 많은 것으로 나타났다. 새쌀보리는 완숙에 가까워질수록 maltose의 함량은 증가하는 반면 maltotriose의 함량은 감소하였고 흰찰쌀보리는 maltose, maltotriose 모두 증가하는 경향을 나타내었다. Kim *et al.*(1993), Lee & Lee(1994)의 연구에서는 성숙 중에 glucose, fructose, maltose, sucrose의 함량은 감소하는 반면, raffinose의 함량은 증가한다고 보고하여 본 연구와는 많은 차이를 나타내었다. 이러한 차이는 품종 및 시료 추출방법의 차이에서 기인되는 것으로 생각된다. 특히, 새쌀보리와 흰찰쌀보리의 maltose와 maltotriose의 함량은 겉보리에 비하여 상당히 높은 것을 알 수 있었다(Kim *et al.*, 1993; Lee & Lee, 1994).

Table 2. Free sugar compositions in immature green barley kernels according to days after heading.

Varieties	Days after heading	(mg/100 g of fresh barley)					
		Fructose	Sorbitol	Glucose	Sucrose	Maltose	Maltotriose
Saessalbori	19	293.6	70.7	t [†]	t	769.2	67.0
	22	159.6	116.8	t	t	531.9	48.2
	27	129.0	t	t	t	4485.7	37.8
	34	t	t	t	t	3383.6	7.7
Hinchalssalbori	18	137.5	t	7.5	38.8	1035.3	15.5
	21	t	t	41.3	291.5	2835.3	75.8
	26	117.0	t	191.8	1438.8	5225.3	29.6
	33	t	t	t	t	5529.9	38.8

[†] : trace

유리 아미노산 함량

출수 후 일수에 따른 수확시기별 수용성 유리 아미노산 조성은 Table 3과 같다.

새싹보리, 흰찰쌀보리 두 품종 모두 완숙에 가까워질수록 전반적으로 총 유리 아미노산의 함량은 감소하였다. 흰찰쌀보리가 새싹보리에 비하여 유리 아미노산이 비교적 높았으며 각각의 아미노산 함량에 큰 차이가 있었다.

새싹보리의 유리 아미노산 함량은 출수 19일에 aspartic acid, alanine, asparagine, glutamic acid, threonine, GABA 순이었고 출수 27일에는 alanine, asparagine, glutamic acid, GABA, proline 순으로 나타났으며 성숙되어감에 따라 총 유리 아미노산 함량은 감소하였다.

흰찰쌀보리의 유리 아미노산의 함량은 출수 18일에

alanine, glutamic acid, asparagine, aspartic acid, threonine, GABA 순이었고 출수 26일에는 alanine, glutamic acid, GABA, proline의 순이었다. 전체적으로 alanine이 가장 높았으며 Cheigh *et al.*(1976), Lee *et al.*(1983), Choe & Youn(2005)의 연구결과에서는 glutamic acid가 가장 높아서 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다.

필수아미노산의 전체 함량은 두 품종 모두 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향을 보였으며, 전체아미노산 함량에 대한 필수 아미노산의 함량의 비율은 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향을 나타내진 않았다. 전체 아미노산 함량에 대한 필수 아미노산 함량의 비율은 새싹보리의 경우 15~21% 이었고 흰찰쌀보리의 경우 13~23%의 분포를 보였으며, Choe & Youn(2005)의 연구결과와 비교하면 조금 낮았다.

Table 3. Free amino acids compositions in immature green barley kernels according to days after heading.

(mg/100 g of fresh barley)

Amino acid	Saessalbori				Hinchassalbori			
	Days after heading				Days after heading			
	19	22	27	34	18	21	26	33
Alanine	45.6	115.7	111.9	17.6	106.8	147.1	87.4	30.1
Sarcosine	9.5	8.9	9.3	0.6	-	9.6	9.3	10.5
Glycine	14.8	12.3	23.5	2.0	12.8	20.3	12.7	4.0
Valine	12.4	8.5	14	3.1	27.2	14.0	7.0	4.0
Leucine	4.4	3.8	6.7	2.0	6.2	7.5	3.2	2.7
Isoleucine	5.4	2.4	4.6	1.2	10.1	5.0	2.5	1.4
Threonine	27.3	17.2	21.7	1.6	32.2	20.3	8.6	4.4
GABA	20.5	29.8	36.7	51.6	26.9	30.8	25.2	33.0
Proline	11.2	11.7	27.6	5.7	20.0	25.9	19.9	8.6
Aspartic acid	88.9	24.7	6.6	2.8	54.6	10.3	5.1	3.5
Methionine	7.1	4.2	4.1	1.7	9.6	5.2	3.6	2.1
Glutamic acid	30.1	66.3	47.9	8.1	58.8	58.1	44.1	12.4
Phenylalanine	3.5	4.3	6.0	2.6	12.7	5.5	4.3	2.9
Lysine	4.1	11.0	11.4	1.1	15.4	9.1	4.5	1.1
Tyrosine	-	1.5	3.1	0.5	-	2.2	1.4	0.6
Asparagine	37.8	8.1	73.9	1.0	60.9	102.9	15.1	8.7
Total A.A [†]	308.9	309.1	379.2	51.6	432.4	444.1	228.9	96.9
EAA [‡]	60.7	47.1	64.5	10.7	100.7	62.2	30.8	16.3
EAA/Total A.A	0.20	0.15	0.17	0.21	0.23	0.14	0.13	0.17

[†]A.A : amino acid.

[‡]EAA : essential amino acid.

Beta-glucan 함량

출수 후 일수에 따른 쌀보리 품종의 β -glucan 함량은 Table 4와 같다.

흰찰쌀보리의 β -glucan 함량은 출수 후 18일에 3.2%에서 출수 후 33일에는 15.3%로 성숙 되어감에 따라 약 5배 증가하였다. 새쌀보리는 1.8%에서 3.5%로 약 2배 증가하였다. Kim *et al.*(1993)의 연구에서는 β -glucan 함량이 출수 후 10일에 0.4% 정도이었던 것이 완숙기인 출수 후 43일에는 3.7%로 증가한다고 하였으며, Lee & Lee(1994)은 미숙 보리 3.2%에서 완숙보리 4.5%로 약간 증가한다고 하였다. 완숙에 가까워질수록 β -glucan의 함량이 증가하는 것은 보리의 주요 식이섬유 성분인 β -glucan이 곡립내 세포벽의 약 70%를 구성하는 mixed-linked (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan으로 이루어져 있기 때문이고 완숙에 가까워질수록 식물 세포벽 세포들이 분화, 성장을 하여 그 만큼 세포 구조 성분들이

증가하기 때문이라고 생각된다. 흰찰쌀보리가 새쌀보리에 비해 β -glucan의 함량이 훨씬 많은 것으로 나타났다. 이는 찰성 성분을 가지고 있는 흰찰쌀보리가 메성인 새쌀보리에 비해 β -glucan의 함량이 많다는 다른 연구의 보고와 일치하였다(Lee & Lee, 1994; Kim *et al.*, 1993). Kim *et al.*(1993)은 보리의 β -glucan 함량이 여러 가지 인자 즉 재배지역, 품종, 재배방법 등에 의해 영향을 받는다고 하였으며 2조 대 맥이 6조 대맥보다 β -glucan 함량이 높은 것으로 보고하였으며, 찰성 보리가 메성 보리보다 β -glucan 함량이 높았다고 보고하였다.

또한, β -glucan의 함량이 완숙시까지 점진적으로 증가하기는 하지만 출수 36일 이후에는 그다지 큰 변화를 보이지 않는다고 보고하여 이 시기의 보리를 이용하여 가공 제품화 하면 보리의 식이섬유에서 얻을 수 있는 영양학적 장점을 충분히 살릴 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 나타난 바와 같이 찰성 성분을 가진 흰찰쌀보리를 가공 제품화하면 풍부한 식이섬유를 얻을 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 4. Beta-glucan contents in immature green barley kernels according to days after heading. (% on dry basis)

Varieties	Days after heading	β -glucan
Saessalbori	19	1.8
	22	2.3
	27	3.3
	34	3.5
Hinchalssalbori	18	3.2
	21	6.4
	26	10.0
	33	15.3

무기물 함량

메성과 찰성인 쌀보리 두 품종의 출수 후 일수에 따른 무기원소 함량을 ICP로 측정된 결과는 Table 5와 같다.

새쌀보리의 경우 K, Mg, Ca, Na등은 비교적 그 함량이 높았으나 Zn, Si, Al, Mn 등은 10 mg% 이하로 그 함량이 낮았다. 또한 흰찰쌀보리의 경우에는 K, Mg, Ca, Al, Na등이 비교적 그 함량이 높았으나 Zn, Si, Mn 등은 10 mg% 이하로 Al 함량에 큰 차이가 있었다. Kim *et al.*(1993)의 연구 결과와 비교하였을 때 유사한 결과를 보였다.

또한, 한국인영양권장량(2000)의 식품영양가표에서 제시

Table 5. Mineral contents in immature green barley kernels according to days after heading.

(mg/100 g of dry barley)

Minerals	Saessalbori				Hinchalssalbori			
	Days after heading				Days after heading			
	19	22	27	34	18	21	26	33
Al	0.67	1.01	0.66	0.64	24.00	230.00	30.40	1.11
Ca	23.60	36.40	23.20	31.20	31.40	35.40	37.00	31.40
K	204.00	258.00	159.20	214.00	131.40	163.20	210.00	206.00
Mg	55.60	56.60	72.60	73.00	41.20	48.00	74.60	80.80
Na	11.16	11.26	7.84	10.28	6.46	9.42	7.68	9.30
Si	1.14	1.11	0.88	0.84	1.33	2.10	0.87	0.77
Zn	1.63	2.28	1.34	3.24	1.95	2.22	3.16	2.74
Mn	0.36	0.85	0.34	0.94	0.34	0.35	0.96	0.70

한 자료에서 쌀보리의 경우 $K > P > Ca > Na > Fe > Zn$ 순으로 함유량이 제시되어 있어 본 연구의 결과와 식품영양가표에서 제시되어 있는 순서와 동일한 결과를 얻었다.

Park(1976), Lee *et al.*(1983), Park & Lee(1975)의 연구에서는 인 또는 마그네슘 함량이 겉보리 및 쌀보리의 단백질 함량과 높은 상관관계를 보인다고 보고한 바 있으며 이는 인과 마그네슘이 보리의 단백질 합성과 밀접한 관계가 있을 가능성 때문이고 단백질 대사에 있어서 인산은 고에너지 화합물의 구성성분으로서, 마그네슘은 ATPase의 활성화와 밀접한 관계가 있다하여 이들 무기질이 보리의 단백질 합성에도 비슷한 역할을 할 것으로 추측하였다. 한편 본 연구에서도 완숙에 가까워질수록 마그네슘의 함량이 증가하는 경향을 보였고 이와 반대로 단백질 함량은 감소하는 경향을 보였는데, 단백질 함량의 감소와 마그네슘 함량의 증가에 상관관계가 있을 것으로 판단되었다.

Ca, Na, Zn 등의 원소는 두 품종 모두 뚜렷한 차이는 없었으며, Mg은 두 품종 모두 성숙됨에 따라 증가하였고 Si는 두 품종 모두 성숙됨에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

Kim *et al.*(1993), Cheigh *et al.*(1976), Lee *et al.*(1983)의 연구와 본 연구를 비교해 볼 때 각 원소별 함량 순위는 유사한 경향을 보였지만 각 원소별 함량은 많은 차이를 나타내었다. 이는 보리의 품종, 재배지역, 토양, 기후 차이에 의하여 기인되는 것으로 생각되었다.

색 도

출수 후 일수를 달리하여 수확한 보리 이삭을 끓는 물에 blanching한 후 탈립하여 측정된 종실의 색도는 Table 6과 같다.

색도 측정 결과(Table 6) 새쌀보리와 흰찰쌀보리 모두 출

수 후 일수가 지날수록 L값은 감소하였고 a값과 b값은 증가하는 경향을 보였다. L값을 보면 흰찰쌀보리가 새쌀보리에 비하여 높아 밝은 녹색을 나타내었고, 새쌀보리가 완숙에 가까울수록 L값이 급격히 떨어졌다. 시각적으로 볼 때 출수 후 일수가 지날수록 밝은 녹색에서 어두운 적황색을 띠었다. 완숙에 가까워질수록 적색도가 증가하는 이유는 유숙기 상태의 곡립에 존재하던 chlorophyll의 녹색 색소가 소실되거나 flavonoid, carotenoid가 증가하여 적색도나 황색도가 증가하였기 때문인 것으로 생각되었다.

보리가 완숙되기 전에 풋보리 상태로 이삭을 수확하여 끓는 물에 blanching한 후 탈립한 쌀보리의 미성숙 종실은 녹색을 유지하고 있을 뿐만 아니라 도정과정에서 생략되므로 과피, 종피 그리고 호분층의 성분을 손실 없이 이용할 수 있는 장점이 있다. 본 시험에서 출수 후 18~19일에 가장 밝은 녹색을 띠었지만 이때는 유숙기가 지난 상태로서 보리쌀의 수율이 매우 적었다. L값의 변화는 출수 후 22일과 출수 후 27일에서 차이가 없었고 출수 후 34일이 가장 낮았다. 따라서 출수 후 26~27일에 풋보리 상태의 이삭을 절단하여 끓는 물에 60초 정도 blanching 한 후 건조시켜 보리껍질을 제거한 미성숙 상태의 녹색 보리쌀로 조제하는 것이 종실의 녹색을 유지하면서 천립중이 상대적으로 높아 유리할 것으로 판단되었다.

적 요

쌀보리에서 출수 후 일수에 차이를 두고 풋보리로 수확하여 조제한 미성숙 녹색 보리쌀에 대한 식품소재로서의 가능성을 검토하기 위하여 메성 품종인 새쌀보리와 찰성 품종인 흰찰쌀보리의 일반성분, 유리당, 유리 아미노산, 무기물 및

Table 6. Hunter values[†] for immature green barley kernels according to days after heading.

Varieties	Days after heading	L	a	b
Saessalbori	19	70.9	3.4	28.3
	22	52.8	5.7	30.1
	27	52.0	6.2	31.8
	34	40.8	7.4	32.6
Hinchalssabori	18	71.7	2.8	27.7
	21	59.4	4.8	31.0
	26	59.2	5.4	32.2
	33	57.0	5.6	34.3

[†]L : lightness, a : redness, b : yellowness

색도 등을 분석하였다.

출수 후 일수를 달리하여 수확하였을 때 새쌀보리와 흰찰쌀보리의 수분, 조단백, 조지방, 회분, 유리당은 완숙에 가까워질수록 감소하는 경향이었고 조섬유와 전분은 증가하였다. 유리당의 조성을 보면 maltose와 maltotriose의 함량이 다른 유리당보다 높았고, 유리 아미노산은 완숙에 가까워질수록 감소하였으며 유리아미노산 중 alanine의 함량이 가장 높았다. 출수 후 일수가 지날수록 β -glucan 함량은 증가하였고 색도는 완숙에 가까워질수록 lightness은 감소하였으며, 적색도와 황색도는 증가하였다.

성분과 색도로 판단할 때 출수 후 26~27일에 풋보리 상태의 이삭만 절단하여 끓는 물에 60초 정도 blanching 한 후 건조시켜 보리껍질을 제거한 미성숙 상태의 녹색 보리쌀로 조제하는 것이 적당할 것으로 판단된다.

인용문헌

- American Association of Cereal Chemist : Approved Methods of the AACC. 1983. The Association, St. Paul, Minnesota. 44-01.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of official analytical chemists, Maryland. Vol III, pp. 30.
- Cheigh, H. S., N. S. Lee, and T. W. Kwon. 1976. Some nutritional composition of barley flours. Korean J. Food Sci. Technol. 8 : 260-262.
- Choe, J. S. and J. Y. Youn. 2005. The chemical composition of barley and wheat varieties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34 : 223-229.
- Choi, H. D., H. M. Suk, S. R. Kim, Y. G. Park, and C. H. Lee. 2003. Effect of β -glucan on gelatinization of barley starch. Korean J. Food Sci. Technol. 35 : 545-550.
- Chun, H. K. and S. R. Lee. 1984. Lipid composition of barley flour produced in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 16 : 51-58.
- Daniel, N. W. R., J. W. Richmond, E. P. W. Russell, and J. B. M. Coppock. 1996. Studies in lipids of flour. III. Lipid binding in bread marketing. J. Sci. Food Agric. 17 : 20-24.
- Jung, H. S., T. S. Gang, Y. S. Jung, H. J. Park, and Y. K. Min. 2003. β -glucan contents with different particle size and varieties of barley and oats. Korean J. Food Sci. Technol. 35 : 610-616.
- Kim, Y. Y. and S. J. Min. 1997. Anticomplementary activity stimulating effect of the extracts from barley (*Hordeum vulgare*). Korean J. Soc. Food Sci. 13 : 661-668.
- Kim, S. Y. and J. H. Yoo. 2003. Extraction and physicochemical characterization of barley bran β -glucan. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19 : 616-623.
- Kim, H. G., B. N. Kim, and H. S. Cheigh. 1990. Extraction and composition of bound lipids in naked barley. J. Korean Soc. Food Nutr. 18 : 109-114.
- Kim, J. S., H. M. Seog, H. D. Hong, S. S. Kim, and K. T. Kim. 1993. Change in chemical composition of maturing barley kernels. J. Korean Agric. Chem. Soc. 36 : 449-455.
- Korean food industry association. 2005. Food codex. pp. 773.
- Lee, Y. T. and J. Y. Jung. 2003. Quality characteristics of barley β -glucan enriched noodles. Korean J. Food Sci. Technol. 35 : 405-409.
- Lee, Y. T. and C. G. Lee. 1994. Effects of varietal variation in barley on β -glucan and malting quality characteristics. Korean J. Food Sci. Technol. 26 : 172-177.
- Lee, W. J. 1992. Changes in dietary fiber content of barley during pearling and cooking. Korean J. Food Sci. Technol. 24 : 180-182.
- Lee, J. S., S. K. Kim, C. S. Kim, and M. H. Cho. 1983. Contents of minerals and amino acid of husked and naked barley. Korean J. Food Sci. Technol. 15 : 90-92.
- Lee, Y. T., H. M. Seog, S. S. Kim, K. T. Kim, and H. D. Hong. 1994. Changes in physicochemical characteristics of immature barley kernels during roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 26 : 336-342.
- McClellan, B. V. and H. M. Glennie. 1985. Enzymic quantification of (1-3)(1-4)- β -glucan in barley and malt. J. Inst. Brew. 91 : 285.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31 : 426.
- Park, H. and C. B. Yang. 1976. Varietal difference in amino acid composition of polished barley. Korean J. Food Sci. Technol. 8 : 129-135.
- Park, S. H., K. Kim, S. K. Kim, and Y. K. Park. 1989. Proximate composition and mineral content of naked barley differing in pearling degrees. J. Korean Soc. Food Nutr. 18 : 328-332.
- Park, H. and D. S. Lee. 1975. Studies on chemical constituents of barley in Korea II. Relationship between protein content and P, K, Ca, or Mg among barley varieties. Korean J. Food Sci. Technol. 7 : 82-84.
- Park, H. 1976. Varietal difference in protein, carbohydrate, P, K, Ca and Mg content of naked barley. J. Korean Agricultural Chemical Society. 19 : 31-35.
- Peter, V., D. Dick, L. Lance, B. Gabriela, S. John, and R. David. 2004. Impact of fermentation temperature on yeast reductase activity. Technical quarterly & MBAA Communicator 41 : 282-292.
- Ryu, S. N., E. J. Lee, and C. W. Lee. 2002. Varietal difference of saponarin content and antioxidant activity in barley leaf. Korean J. Breed. 34 : 46-49.
- Shin, H. S., K. H. Lee, and S. Y. Lee. 1981. A comparative study on the lipid components of barley and malt. Korean J. Food Sci. Technol. 13 : 30-36.

- Shin, H. S. and J. I. Gray. 1983. Lipids and fatty acid composition of barley grain. Korean J. Food Sci. Technol. 15 : 195-201.
- Song, J. Y., K. J. Yoon, H. K. Yoon, and S. J. Koo. 2001. Effects of β - glucan from *Lentinus edodes* and *Hordeum vulgare* on blood glucose and lipid composition in Alloxan-induced diabetic mice. Korean J. Food Sci. Technol. 33 : 802-807.
- Torp, J. 1980. Variation in the concentration of major carbohydrates in the grain of some spring barleys. J. Sci. Food Agric. 31 : 1354-1360.