

품종 및 도정도별 보릿가루의 이화학적 특성

김은희 · 이윤정 · 이상훈 · 장귀영 · 김민영 · 윤나라 · 이미자¹ · 이준수 · 정현상*
충북대학교 식품공학과, ¹국립식량과학원 작물기초기반과

Physicochemical Characteristics of Barley Powder Produced from Different Cultivars and with Different Degrees of Milling

Eun Hee Kim, Yoon Jeong Lee, Sang Hoon Lee, Gwi Yeong Jang, Min Young Kim,
Nara Yoon, Mi Ja Lee¹, Junsoo Lee, and Heon Sang Jeong*

Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University
¹Division of Rice and Winter Cereal Crop, National Institute of Crop Science

Abstract This study investigated changes in physicochemical characteristics of barely powder produced from different cultivars (*Dahan*, *Hinchalssal*, *Heugkwang*, *Heugnurl* and *Boseokchal*) and with different degrees (15, 19, 23, and 27%) of milling. Crude protein content increased with decreasing milling degrees, with content ranges of 7.38-10.09, 8.01-10.58, 9.47-11.62, and 9.03-12.08%, respectively. Further crude lipid and ash content increased with decreasing milling degree. The crude lipid content was highest in *Dahan*-milled barley, while crude ash content was highest in *Hinchalssal*-milled barley. As the milling degree decreased, palmitic and stearic acid composition decreased and oleic and linoleic acid composition increased. Major minerals present in the barley powder were Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, and Zn. K and Mg content increased with decreasing milling degree. These results indicate that further studies are needed to optimize the cultivar usage and degree of milling for manufacture of various barley products.

Keywords: barley, milling degree, physicochemical characteristics

서 론

보리는 쌀, 밀, 콩, 옥수수과 더불어 세계 5대 식량 작물 중의 하나로 오랫동안 주곡 식량으로 사용되어 왔다. 그러나 1980년대에 들어서면서 국내 식량소비구조가 변화됨에 따라 식용으로서의 보리소비가 크게 줄어들어 2004년 이후 국민 1인당 소비량이 1.1 kg 수준을 유지하는데 그치고 있다(1).

보리는 단백질, 지방질 및 무기질 등의 영양성분이 고르게 함유되어 백미에서 부족한 영양성분을 보충할 수 있다(2,3). 또한 보리에는 17-24%의 총 식품섬유가 함유되어 있어 혈중 콜레스테롤의 함량을 낮출 수 있으며, 수용성 식품섬유의 일종인 베타글루칸(β -glucan)이 3.0-6.9% 함유되어 있어 고혈압과 동맥경화 및 당뇨와 같은 질병에 효과가 있는 것으로 보고되었다(4-9).

보리는 주로 보리쌀, 압맥 및 활맥의 형태로 혼반용으로 이용되고 있으며 맥아 형태로는 식혜나 맥주 등을 만들 때 이용되고 있으며, 일부 밀가루에 첨가하여 복합분 이용제품인 빵류, 과자류, 면류 및 조리식품 등의 다양한 가공식품으로 이용되고 있다(10). 보리가루에 대한 가공연구는 통보리 가루 첨가에 따른 국

수의 품질특성 및 산화방지 활성변화(11), 보릿가루를 이용한 고섬유질 빵의 제조(12), 메성 쌀보리가루의 첨가가 제빵 특성에 미치는 영향(13), 유색보리 분말을 첨가한 식빵의 품질특성(14), 찰성 및 통보릿가루를 첨가한 요구르트의 품질특성 및 산화방지 활성(15), 그리고 보리 도정 거의 첨가가 쿠키와 머핀의 품질에 미치는 영향(16) 등 다양한 연구가 진행되었다.

보리를 이용한 가공제품을 만들기 위해서는 일반적으로 도정을 실시하며, 도정도에 따른 성분차이로 인하여 보리의 영양학적 특성이 차이가 나타나게 된다. 이러한 차이는 보리를 이용한 가공제품의 품질 및 가공특성에 영향을 미치게 되므로, 보리 가공을 위한 적합 품종과 도정도 설정 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 보리의 이용성 향상을 위한 품종선정과 적합한 도정도를 설정하기 위하여 5가지 품종의 쌀보리를 도정도별로 도정하고 각각의 이화학 특성을 분석하여 보리가공을 위한 기초자료로서 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 보리는 국립식량과학원 벼맥류부에서 2014년 생산한 메성 쌀보리 다한, 찰성 쌀보리 흰찰쌀, 유색 쌀보리 흑광, 흑누리 및 유색 찰성 쌀보리 보석찰의 총 5종을 시료로 사용하였다. 보리는 시험용 도정기(TM05C, SATAKE, Hiroshima, Japan)를 이용하여 15, 19, 23, 및 27%로 도정 한 후 맥강을 분리하고 도정된 보리는 분쇄기(Micro hammer cutter mill type-3, Culatti AG, Zurich, Swiss)를 사용하여 80 메시(mesh) 이하로 분

*Corresponding author: Heon Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea
Tel: 82-43-261-2570
Fax: 82-43-271-4412
E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr
Received August 13, 2015; revised September 28, 2015;
accepted October 1, 2015

쇄하여 사용하였다.

조단백질, 조지방 및 조회분 함량측정

일반성분은 AOAC법에 따라 분석하였다(17). 즉, 조단백질 함량은 켈달(Kjeldahl)법으로, 조지방 함량은 속실렛(soxhlet) 추출법으로 그리고 조회분은 550°C에서 건식 회화법으로 분석하였다. 맥강의 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 도정을 하지 않은 보리 낱알(whole grain)의 함량에서 도정도에 따른 보리의 각 성분함량을 제한 값으로 나타내었다.

지방산 조성 분석

지방산 분석은 추출된 조지방에 반응시약(methanol:heptane:benzene:2,2-dimethoxypropane:H₂SO₄=37:36:20:5:2 (v/v)) 2 mL을 넣고 80°C에서 20분간 반응시킨 후 상층액을 질소 농축하여 헥세인(hexane)에 용해시켜 지방산 분석용 시료로 사용하였다(18). 지방산 분석은 가스크로마토그래피(gas chromatography) (Agilent 6850 GC, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였고, 관(column)은 Varian VF-WaxMS (30 m×300 μm, 0.25 μm, Varian, Palo Alto, CA, USA), 검출기는 불꽃이온화검출기(flame ionization detector)를 사용하였다. 주입구 온도는 250°C, 검출기 온도는 300°C로 하였으며, 오븐 온도는 120°C에서 5분간 유지한 후 분당 10°C씩 230°C까지 올려 20분간 유지하였다. 운반가스(carrier gas)는 질소(N₂) (99.999%)를 사용하였으며, 유속은 1.3 mL/min, 주입량은 1 μL이었고, split ratio는 10:1 비율로 하였다. 표준물질은 팔미트산(palmitic acid), 스테아르산(stearic acid), 올레산(oleic acid), 리놀레산(linoleic acid), 리놀렌산(linolenic acid) (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며 지방산 조성은 피크면적(peak area)의 상대비로 나타내었다.

무기성분 함량 측정

무기성분 함량은 AOAC법에 따라 건식법으로 전처리하여 분석하였다(17). 시료를 550°C에서 회화한 후 0.5 N HNO₃ 10 mL을 넣고 균질화 시킨 다음 GF/C(90 mm, Cat No. 1822 090, Whatman International Ltd. Maidstone, England) 거름종이로 여과하고 0.5 N 질산(HNO₃) 25 mL로 정용한 다음 유도결합플라스마분광계(inductively coupled plasma spectrometer) (ICP, Thermo Jarrell Ash, Franklin, MA, USA)로 분석하였다. 분석항목은 칼슘, 철, 칼륨, 마그네슘, 망가니즈, 소듐 및 아연을 분석하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리조건에 따른 유의차를 one-way 일원배치분산분석(ANOVA)(analysis of variance)로 분석한 뒤 신뢰구간 $p < 0.05$ 에서 던컨시험(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

조단백질, 조지방 및 조회분 함량

품종과 도정도에 따른 조단백질 함량은 Table 1과 같다. 도정하지 않은 보리의 조단백질의 함량은 다한, 흰찰쌀, 흑광, 흑누리 및 보석찰 품종에서 각각 11.87, 11.14, 12.24, 9.83 및 12.92% 이었는데 이는 보리의 일반적인 조단백질 함량 범위에 있었다(19). 도정도별 조단백질 함량을 살펴보면 도정도가 27, 23, 19 및 15%로 감소함에 따라 각각 7.22-10.09, 8.01-10.58, 8.59-11.58 및 9.04-12.38% 범위에서 증가하는 경향을 나타내었다. 품종별 조단백질 함량은 흑광이 도정도에 따라 각각 10.09, 10.58, 11.58 및 12.38%로 다른 품종에 비해 높은 함량을 나타내었으며, 흑누리가 각각 7.22, 8.01, 8.59 및 9.04%로 가장 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 도정도별 맥강의 조단백질 함량은 도정된 보릿가루의 경우와 반대되는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 보리를 비롯한 곡물은 단백질 등 여러 가지 영양성분과 섬유질이 배유 중심부로부터 외향하면서 증가 분포하기 때문이라 판단된다(20).

품종과 도정도에 따른 조지방 함량은 Table 2와 같다. 도정하지 않은 보리의 조지방 함량은 다한, 흰찰쌀, 흑광, 흑누리 및 보석찰 품종에서 각각 2.21, 1.99, 1.54, 1.97 및 2.01%이었다. 도정도별 조지방 함량은 도정도가 27, 23, 19 및 15%로 감소함에 따라 각각 0.67-1.12, 0.90-1.28, 1.04-1.50 및 1.22-1.68% 범위에서 증가하였다. 품종별로는 다한과 보석찰의 함량이 높았으며, 흑광이 가장 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

품종과 도정도에 따른 조회분 함량은 Table 3과 같다. 도정하지 않은 보리의 조회분 함량은 다한, 흰찰쌀, 흑광, 흑누리 및 보석찰이 각각 2.27, 2.23, 1.77, 2.00 및 2.16%로 다한이 가장 높은 함량을 나타내었다. 도정도별 조회분 함량은 도정도가 27, 23, 19 및 15%로 감소함에 따라 다한은 0.92, 0.99, 1.13 및 1.81%로, 흰찰쌀은 1.57, 1.66, 1.76 및 1.95%로, 흑광은 0.93, 1.07, 1.21 및

Table 1. Changes of crude protein with barley varieties and degree of milling

(Unit: %)

| DOM | Varieties | | | | | |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Dahan | Hinchalssal | Heugkwang | Heugnurl | Boseokchal | |
| Whole grain | 11.87±0.31 ^{Abc} | 11.14±0.03 ^{Ac} | 12.24±0.20 ^{Ab} | 9.83±0.38 ^{Ad} | 12.92±0.16 ^{Aa} | |
| Barley | 27% | 8.31±0.23 ^{Dbc} | 8.56±0.08 ^{Db} | 10.09±0.14 ^{Ba} | 7.38±0.59 ^{Cc} | 8.84±0.29 ^{Db} |
| | 23% | 9.64±0.38 ^{Cbc} | 9.14±0.08 ^{Cc} | 10.58±0.20 ^{Ba} | 8.01±0.19 ^{BCd} | 10.54±0.14 ^{Cab} |
| | 19% | 10.87±0.06 ^{Bab} | 10.27±0.31 ^{Bb} | 10.61±0.33 ^{Bb} | 9.47±0.47 ^{ABc} | 11.62±0.01 ^{Ba} |
| | 15% | 11.51±0.08 ^{Aa} | 10.55±0.15 ^{Bb} | 11.64±0.42 ^{Aa} | 9.03±0.08 ^{ABc} | 12.08±0.26 ^{Ba} |
| Barley Bran | 27% | 22.17±0.74 ^{Ab} | 18.12±0.31 ^{Ac} | 18.47±0.17 ^{Ac} | 16.43±0.67 ^{Ad} | 23.95±1.04 ^{Aa} |
| | 23% | 20.10±0.10 ^{Ba} | 17.84±0.35 ^{Ab} | 18.03±0.80 ^{Ab} | 16.77±0.48 ^{Ac} | 20.88±0.73 ^{Ba} |
| | 19% | 17.48±0.74 ^{Ca} | 14.22±0.59 ^{Bc} | 18.02±0.02 ^{Aa} | 15.56±0.05 ^{Bb} | 18.46±0.84 ^{Ca} |
| | 15% | 12.93±0.03 ^{Dc} | 14.90±0.64 ^{Bb} | 13.34±0.53 ^{Bc} | 13.87±0.41 ^{Cc} | 16.41±0.67 ^{Da} |

DOM: Degree of milling, Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among degree of milling. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among varieties.

Table 2. Changes of crude lipid with barley varieties and degree of milling

(Unit: %)

| DOM | Varieties | | | | | |
|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Dahan | Hinchalssal | Heugkwang | Heugnurl | Boseokchal | |
| Whole grain | 2.21±0.04 ^{Aa} | 1.99±0.06 ^{Ab} | 1.54±0.20 ^{Ac} | 1.97±0.05 ^{Ab} | 2.01±0.05 ^{Ab} | |
| Barley | 27% | 1.12±0.05 ^{Ea} | 0.98±0.01 ^{Eb} | 0.67±0.04 ^{Dd} | 0.82±0.03 ^{Ec} | 0.98±0.05 ^{Db} |
| | 23% | 1.28±0.03 ^{Da} | 1.05±0.04 ^{Db} | 0.90±0.00 ^{Cc} | 0.95±0.00 ^{Dc} | 1.05±0.04 ^{Db} |
| | 19% | 1.37±0.01 ^{Cb} | 1.32±0.04 ^{Cb} | 1.11±0.08 ^{Bc} | 1.04±0.05 ^{Cc} | 1.50±0.07 ^{Ca} |
| | 15% | 1.52±0.01 ^{Bb} | 1.53±0.03 ^{Bb} | 1.22±0.09 ^{Bc} | 1.32±0.04 ^{Bc} | 1.68±0.07 ^{Ba} |
| Barley Bran | 27% | 5.15±0.07 ^{Ca} | 4.74±0.23 ^{Bb} | 3.38±0.14 ^{Bc} | 5.20±0.16 ^{Ba} | 4.96±0.04 ^{Ab} |
| | 23% | 5.32±0.10 ^{Ca} | 5.15±0.21 ^{Aa} | 3.81±0.11 ^{Ab} | 5.39±0.22 ^{Ba} | 5.12±0.25 ^{Aa} |
| | 19% | 5.78±0.20 ^{Ba} | 4.71±0.03 ^{Bcb} | 2.84±0.18 ^{Cc} | 5.92±0.24 ^{Aa} | 4.48±0.01 ^{Bb} |
| | 15% | 6.11±0.25 ^{Aa} | 4.43±0.00 ^{Cc} | 2.62±0.11 ^{Ce} | 5.40±0.28 ^{Bb} | 3.91±0.02 ^{Cd} |

DOM: Degree of milling, Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among degree of milling. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among varieties.

Table 3. Changes of crude ash with barley varieties and degree of milling

(Unit: %)

| DOM | Varieties | | | | | |
|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Dahan | Hinchalssal | Heugkwang | Heugnurl | Boseokchal | |
| Whole grain | 2.27±0.03 ^{Aa} | 2.23±0.01 ^{Aab} | 1.77±0.06 ^{Ad} | 2.00±0.03 ^{Ac} | 2.16±0.03 ^{Ab} | |
| Barley | 27% | 0.92±0.04 ^{Ec} | 1.57±0.04 ^{Ea} | 0.93±0.06 ^{Ec} | 1.00±0.00 ^{Eb} | 0.90±0.03 ^{Dc} |
| | 23% | 0.99±0.03 ^{Dd} | 1.66±0.02 ^{Da} | 1.07±0.03 ^{Dc} | 1.16±0.01 ^{Db} | 0.95±0.01 ^{De} |
| | 19% | 1.13±0.02 ^{Cd} | 1.76±0.02 ^{Ca} | 1.21±0.04 ^{Cc} | 1.28±0.01 ^{Cb} | 1.24±0.05 ^{Cbc} |
| | 15% | 1.81±0.03 ^{Bb} | 1.95±0.04 ^{Ba} | 1.43±0.06 ^{Bc} | 1.48±0.03 ^{Bc} | 1.45±0.02 ^{Bc} |
| Barley Bran | 27% | 5.91±0.33 ^{Ca} | 3.99±0.14 ^{Bd} | 3.84±0.04 ^{Ad} | 4.71±0.11 ^{Bc} | 5.57±0.11 ^{Bb} |
| | 23% | 6.54±0.33 ^{Ba} | 4.12±0.06 ^{ABc} | 3.92±0.08 ^{Ac} | 4.81±0.17 ^{ABb} | 6.23±0.16 ^{Aa} |
| | 19% | 7.11±0.26 ^{Aa} | 4.20±0.09 ^{Ad} | 3.95±0.32 ^{Ad} | 5.07±0.19 ^{Ac} | 6.29±0.19 ^{Ab} |
| | 15% | 5.18±0.21 ^{Db} | 3.94±0.05 ^{Bd} | 4.04±0.02 ^{Ad} | 4.78±0.04 ^{Bc} | 6.34±0.18 ^{Aa} |

DOM: Degree of milling, Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among degree of milling. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among varieties.

1.43%로 흑누리는 1.00, 1.16, 1.28 및 1.48%로 그리고 보석찰은 0.90, 0.95, 1.24 및 1.45%로 증가하였다($p < 0.05$).

도정도의 감소에 따른 조단백질, 조지방 및 조회분 함량의 증가는 정맥 수율별 새쌀보리의 일반성분을 분석한 결과 도정도가 증가 할수록 감소한다는 Park 등(20)의 연구결과와 유사하였다. 이러한 결과는 보리의 내배유는 주로 녹말립으로 구성되어 있고, 호분층은 지방과 단백질을 비롯한 다양한 성분이 많이 포함되어 있기 때문에 도정도가 증가함에 따라 감소하는 것으로 판단된다. 함량의 차이는 3품종의 영양성분을 분석한 Choe 등의 연구에서와 마찬가지로 품종의 차이로 인한 것으로 판단된다(19).

지방산 조성

품종과 도정도에 따른 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 보리의 주요 지방산은 팔미트산, 스테아르산, 올레산, 리놀레산 및 리놀렌산이며, 특히 품종과 도정도에 관계없이 팔미트산, 올레산 및 리놀레산이 88% 이상을 차지하고 있었다. 도정하지 않은 보리의 지방산 조성은 품종에 따라 팔미트산 20.98-24.59%, 스테아르산 1.50-2.24%, 올레산 15.26-18.86%, 리놀레산 51.43-52.13% 및 리놀렌산 3.71-4.84% 범위이었으며, 이는 보리의 일반적인 지방산 조성과의 유사한 결과였다(3,19,21).

도정한 보리의 지방산 조성을 살펴보면, 보리에 가장 많이 함유되어 있는 불포화지방산인 리놀레산은 다환과 흰찰쌀의 경우 각각 49.96-53.41%와 51.73-52.54% 범위로 유의적인 차이가 없었

지만($p > 0.05$), 흑광은 52.11, 52.55, 52.74 및 52.34%, 흑누리는 55.57, 53.29, 53.64 및 53.57% 그리고 보석찰은 52.36, 51.74, 51.45 및 51.89%로 도정도가 감소할수록 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 또한 올레산 함량은 도정도가 감소함에 따라 각각 9.92-14.55, 11.16-14.42, 12.31-16.43 및 13.53-17.3%로 증가하는 경향을 나타내었으며, 리놀렌산 역시 도정도가 감소할수록 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 반면 포화지방산인 팔미트산 함량은 도정도가 감소함에 따라 다환은 25.60에서 24.31%로, 흰찰쌀은 30.67에서 26.98%, 흑광은 27.16에서 24.54%, 흑누리는 22.90에서 21.87%로 그리고 보석찰은 25.96에서 23.91%로 감소하였으며, 스테아르산 함량도 도정도에 따라 각각 2.72-3.65, 2.35-3.35, 2.23-2.92 및 2.01-2.65% 범위에서 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 곡류의 지방산이 배에 존재하여 도정과정에서 제거되는 배의 제거정도에 의한 결과로 판단되며, 도정에 따른 곡류의 지방산 조성변화를 연구한 Cho 등(21)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

무기성분 함량

품종과 도정도에 따른 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 보리의 무기성분 함량은 칼륨>마그네슘>칼슘>소듐>아연>철>망가니즈 순으로 분포되어 있었는데 이러한 결과는 발아 전 보리의 무기성분 함량을 연구한 결과와 유사하였다(22). 도정하지 않은 보리의 무기성분 함량은 품종별로 칼륨 244.47-313.71

Table 4. Changes of fatty acid composition with barley varieties and degree of milling

| Varieties | DOM | Fatty acid compositions (%) | | | | | |
|------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Parmitic acid | Stearic acid | Oleic acid | Linolenic acid | Linoleinic acid | ETC |
| Dahan | 27% | 25.60±0.95 ^{Bc} | 3.65±0.15 ^{Aa} | 10.01±0.15 ^{Ed} | 49.96±1.17 ^{Bc} | 3.18±0.07 ^{Cc} | 4.16±1.16 ^{Aa} |
| | 23% | 28.64±0.77 ^{Aa} | 3.35±0.01 ^{Ba} | 12.14±0.34 ^{Db} | 53.41±0.02 ^{Ab} | 3.32±0.11 ^{Cc} | 2.60±0.30 ^{Bab} |
| | 19% | 24.79±0.82 ^{BCb} | 2.92±0.15 ^{Ca} | 13.85±0.38 ^{Cc} | 52.77±0.66 ^{Ab} | 3.58±0.07 ^{Bb} | 2.09±0.21 ^{Bb} |
| | 15% | 24.31±1.13 ^{BCb} | 2.65±0.12 ^{Da} | 14.52±0.25 ^{Bc} | 53.04±0.90 ^{Aab} | 3.74±0.09 ^{Bb} | 1.75±0.38 ^{Bab} |
| | whole grain | 22.93±1.14 ^{Cb} | 2.20±0.02 ^{Ea} | 16.34±0.26 ^{Ab} | 51.81±0.99 ^{Aa} | 4.46±0.11 ^{Ab} | 2.25±0.14 ^{Bb} |
| Hinchalsal | 27% | 30.67±1.24 ^{Aa} | 2.97±0.04 ^{Ab} | 9.92±0.12 ^{Ed} | 51.73±0.48 ^{Ad} | 3.27±0.07 ^{Ebc} | 1.44±0.57 ^{Ab} |
| | 23% | 29.09±0.17 ^{Ba} | 2.47±0.01 ^{Bd} | 11.16±0.41 ^{Dc} | 52.53±0.07 ^{Aab} | 3.54±0.11 ^{Db} | 1.22±0.44 ^{Ab} |
| | 19% | 27.96±0.03 ^{Bca} | 2.09±0.10 ^{Cb} | 12.31±0.54 ^{Cd} | 52.54±0.22 ^{Ab} | 3.76±0.02 ^{Ca} | 1.33±0.48 ^{AcD} |
| | 15% | 26.98±0.71 ^{Ca} | 2.01±0.07 ^{Cc} | 13.53±0.26 ^{Bd} | 52.42±0.73 ^{Aab} | 3.96±0.06 ^{Ba} | 1.07±0.35 ^{Ab} |
| | whole grain | 24.59±0.27 ^{Da} | 1.50±0.06 ^{Dd} | 15.26±0.28 ^{Ac} | 52.13±0.54 ^{Aa} | 4.84±0.03 ^{Aa} | 1.68±0.10 ^{Ab} |
| Heugkwang | 27% | 27.16±0.44 ^{Ab} | 2.72±0.02 ^{Ac} | 11.69±0.44 ^{Dc} | 52.11±0.10 ^{ABcd} | 3.39±0.05 ^{Db} | 2.92±0.18 ^{Aa} |
| | 23% | 25.38±0.25 ^{Bb} | 2.35±0.03 ^{Ac} | 14.23±0.30 ^{Ca} | 52.55±0.24 ^{Bab} | 3.57±0.03 ^{Cab} | 1.93±0.38 ^{Bb} |
| | 19% | 24.66±0.23 ^{Bb} | 2.22±0.04 ^{Bb} | 14.75±0.12 ^{Cb} | 52.74±0.57 ^{ABb} | 3.77±0.02 ^{Ba} | 1.16±0.46 ^{Bd} |
| | 15% | 24.54±1.11 ^{Bb} | 2.62±0.17 ^{Ba} | 15.44±0.36 ^{Bbc} | 52.34±0.35 ^{ABb} | 3.77±0.13 ^{Bb} | 1.98±0.58 ^{Bb} |
| | whole grain | 22.99±0.26 ^{Cb} | 1.74±0.04 ^{Cc} | 16.80±0.14 ^{Ab} | 51.94±0.06 ^{Ba} | 4.47±0.02 ^{Ab} | 2.06±0.19 ^{ABb} |
| Heugnurl | 27% | 22.90±0.40 ^{Ad} | 3.54±0.03 ^{Aa} | 13.94±0.34 ^{Cb} | 55.57±0.33 ^{Aa} | 3.70±0.09 ^{Ca} | 0.35±0.61 ^{Bb} |
| | 23% | 22.77±0.10 ^{Ac} | 3.09±0.06 ^{Bb} | 13.69±0.44 ^{Ca} | 53.29±0.72 ^{Ba} | 3.69±0.06 ^{Ca} | 3.47±1.38 ^{Aa} |
| | 19% | 22.06±0.19 ^{Bc} | 2.88±0.13 ^{Ca} | 15.25±0.68 ^{Bb} | 53.64±0.40 ^{Ba} | 3.82±0.07 ^{Ca} | 1.81±0.23 ^{ABbc} |
| | 15% | 21.87±0.55 ^{Bc} | 2.51±0.07 ^{Db} | 15.79±0.18 ^{ABab} | 53.57±0.62 ^{Ba} | 4.03±0.08 ^{Ba} | 2.78±0.90 ^{Aa} |
| | whole grain | 20.98±0.46 ^{Cc} | 2.24±0.03 ^{Ea} | 16.47±0.91 ^{Ab} | 51.83±0.58 ^{Ca} | 4.76±0.12 ^{Aa} | 3.71±1.37 ^{Aa} |
| Boseokchal | 27% | 25.96±0.49 ^{Abc} | 2.83±0.11 ^{Abc} | 14.55±0.28 ^{Da} | 52.36±0.08 ^{Ac} | 2.80±0.07 ^{Dd} | 1.50±0.62 ^{Bb} |
| | 23% | 25.71±0.61 ^{Ab} | 2.81±0.02 ^{Ac} | 14.42±0.49 ^{Da} | 51.74±0.18 ^{BCb} | 2.77±0.04 ^{Dd} | 2.55±0.76 ^{ABab} |
| | 19% | 24.02±0.59 ^{Bb} | 2.23±0.08 ^{Bb} | 16.43±0.41 ^{Ca} | 51.45±0.06 ^{Bc} | 3.12±0.05 ^{Cc} | 2.91±0.11 ^{Aa} |
| | 15% | 23.91±0.63 ^{Bb} | 2.06±0.01 ^{Cb} | 17.34±0.10 ^{Ba} | 51.89±0.28 ^{CDb} | 3.23±0.04 ^{Bc} | 1.62±0.76 ^{Bab} |
| | whole grain | 22.36±0.73 ^{Cb} | 1.95±0.06 ^{Cb} | 18.86±0.10 ^{Aa} | 51.43±0.06 ^{Da} | 3.71±0.07 ^{Ac} | 1.69±0.54 ^{Bb} |

DOM: Degree of milling, Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among degree of milling. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among varieties.

mg/100 g, 마그네슘 103.31-108.64 mg/100 g, 칼슘 34.65-66.10 mg/100 g, 소듐 11.13-15.64 mg/100 g, 아연 2.57-4.76 mg/100 g, 철 1.74-2.76 mg/100 g 그리고 망가니즈가 0.51-0.97 mg/100 g으로 분포되어 있었다. 도정도별 무기성분 함량을 살펴보면 도정도가 27, 23, 19 및 15%로 감소함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다 ($p<0.05$). 가장 많은 함량을 나타낸 칼륨의 함량은 도정률이 27%에서 15%로 감소할 때, 각각 다한 112.95 및 150.58 mg/100 g, 흰찰쌀 122.95 및 172.33 mg/100 g, 흑광 122.37 및 184.24 mg/100 g, 흑누리 107.09 및 179.85 mg/100 g 그리고 보석찰은 108.80 및 161.19 mg/100 g의 함량을 나타내었다. 칼륨 다음으로 많이 함유되어 있는 마그네슘 또한 다한 23.64 및 44.74 mg/100 g, 흰찰쌀 34.78 및 63.21 mg/100 g, 흑광 40.32 및 75.11 mg/100 g, 흑누리 42.14 및 72.23 mg/100 g 그리고 보석찰 37.55 및 103.31 mg/100 g의 함량을 나타내어, 상대적으로 다른 무기성분에 비해 함량변화가 크게 나타났다. 칼슘, 철, 망가니즈, 소듐, 아연의 함량도 도정도가 감소함에 따라 증가하였는데 이러한 결과는 정맥 수율별 새쌀보리의 일반성분 및 무기질 함량을 분석한 연구와도 일치하는 결과였다(20). 특히 칼슘의 함량은 다한 품종에서, 철과 소듐의 함량변화는 흑누리에서, 망가니즈는 흰찰쌀과 흑광에서 가장 뚜렷한 함량 차이를 나타내었다. 또한 도정 전과 후의 무기성분 함량 차이가 크게 나타났는데 이는 무기성분의 대부분이 겨

층에 많이 함유되어 있기 때문이라 판단된다.

요 약

본 연구는 보릿가루의 활용도를 높이기 위하여 5가지 품종의 보리(다한, 흰찰쌀, 흑광, 흑누리 및 보석찰)에 대한 도정도(27, 23, 19 및 15%)별 이화학 특성을 살펴보았다. 조단백질의 함량은 도정도가 감소함에 따라 각각 7.38-10.09, 8.01-10.58, 9.47-11.62 및 9.03-12.08%(원맥 9.83-12.92%) 범위에서 증가하였다. 조지방과 조회분 함량 또한 도정도가 감소함에 따라 증가하였으며, 도정후의 조지방 함량은 다한이 높았고 조회분은 흰찰쌀이 높았다. 지방산은 도정도가 감소함에 따라 팔미트산 및 스테아르산의 함량은 감소하였지만, 올레산 및 리놀레산은 증가하였다. 무기성분은 칼륨 함량이 가장 많았으며 다음으로 마그네슘, 칼슘, 소듐, 아연, 철 및 망가니즈 순이었다. 도정도가 감소함에 따라 칼륨 및 마그네슘 함량은 증가하였다.

도정도를 달리하였을 때 각 품종별로 강층, 호분층 및 배의 제거 정도는 차이가 나타나게 되며 이는 영양학적이거나 관능적인 보리의 품질에 영향을 미치게 된다. 따라서 보리를 이용한 가공제품을 개발하기 위해서는 가공에 적합한 품종을 선정하고 도정도를 결정하는 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

Table 5. Changes of mineral compositions with barley varieties and degree of milling

| Varieties | DOM | Minerals (mg/100 g) | | | | | | |
|-------------|-------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Ca | Fe | K | Mg | Mn | Na | Zn |
| Dahan | 27% | 18.30±0.81 ^{Cd} | 0.82±0.01 ^{Ce} | 112.95±2.22 ^{Db} | 23.64±0.63 ^{Ec} | 0.14±0.01 ^{Ce} | 9.02±0.36 ^{Ca} | 2.36±0.10 ^{Ca} |
| | 23% | 20.11±0.97 ^{Bd} | 0.92±0.04 ^{Cd} | 115.91±2.21 ^{Dc} | 31.13±0.66 ^{Dd} | 0.17±0.01 ^{Bd} | 9.06±0.53 ^{Ca} | 2.63±0.10 ^{Ba} |
| | 19% | 21.40±0.11 ^{Be} | 0.93±0.03 ^{Cd} | 137.71±3.83 ^{Cc} | 39.56±0.22 ^{Cd} | 0.18±0.01 ^{Be} | 9.19±0.21 ^{Ca} | 2.87±0.02 ^{Ba} |
| | 15% | 20.59±0.24 ^{Be} | 1.16±0.01 ^{Bc} | 150.58±4.12 ^{Bd} | 44.74±1.42 ^{Bc} | 0.19±0.00 ^{Be} | 11.66±0.00 ^{Bb} | 2.65±0.01 ^{Bb} |
| | whole grain | 33.95±0.92 ^{Ad} | 2.59±0.08 ^{Aa} | 265.02±3.96 ^{Ac} | 108.64±1.20 ^{Aa} | 0.80±0.04 ^{Ab} | 12.79±0.48 ^{Ac} | 4.28±0.28 ^{Aa} |
| Hinchalssal | 27% | 24.98±0.43 ^{Db} | 1.06±0.02 ^{Cc} | 122.95±3.14 ^{Da} | 34.78±0.63 ^{Ed} | 0.25±0.01 ^{Dc} | 8.03±0.19 ^{Cc} | 2.04±0.08 ^{Db} |
| | 23% | 34.50±1.25 ^{Cda} | 1.17±0.07 ^{Cbc} | 133.19±4.32 ^{Db} | 42.36±2.03 ^{Dc} | 0.27±0.01 ^{Cdb} | 8.35±0.00 ^{Cb} | 2.14±0.03 ^{Dd} |
| | 19% | 35.66±1.28 ^{Ca} | 1.50±0.07 ^{Ca} | 156.65±0.48 ^{Cb} | 51.44±0.93 ^{Cc} | 0.28±0.01 ^{Cc} | 8.29±0.00 ^{Cb} | 2.35±0.10 ^{Cb} |
| | 15% | 37.44±0.05 ^{Ba} | 1.65±0.07 ^{Ba} | 172.33±6.47 ^{Bb} | 63.21±1.92 ^{Bd} | 0.32±0.01 ^{Bc} | 13.47±0.64 ^{Ba} | 2.62±0.04 ^{Bb} |
| | whole grain | 49.50±1.65 ^{Ab} | 2.47±0.13 ^{Aa} | 313.71±10.34 ^{Aa} | 104.09±4.65 ^{Aa} | 0.71±0.00 ^{Ac} | 15.35±0.53 ^{Aa} | 4.15±0.17 ^{Aa} |
| Heugkwang | 27% | 20.82±0.22 ^{Dc} | 1.28±0.01 ^{Ca} | 122.37±1.84 ^{Ea} | 40.32±0.61 ^{Ea} | 0.16±0.01 ^{Dd} | 8.53±0.11 ^{Cd} | 2.36±0.06 ^{Da} |
| | 23% | 21.66±0.38 ^{Dcd} | 1.32±0.03 ^{Ca} | 133.33±1.13 ^{Db} | 48.50±1.16 ^{Db} | 0.17±0.01 ^{Dd} | 8.74±0.25 ^{Cab} | 2.47±0.04 ^{Db} |
| | 19% | 24.58±0.47 ^{Cc} | 1.44±0.05 ^{Ca} | 153.22±5.77 ^{Cb} | 61.19±0.85 ^{Ba} | 0.22±0.01 ^{Cd} | 8.90±0.14 ^{Ca} | 2.73±0.13 ^{Ca} |
| | 15% | 28.90±0.18 ^{Bc} | 1.58±0.04 ^{Bab} | 184.24±1.42 ^{Ba} | 75.11±0.19 ^{Ca} | 0.29±0.00 ^{Bd} | 9.90±0.09 ^{Bc} | 3.15±0.01 ^{Ba} |
| | whole grain | 37.39±1.29 ^{Ac} | 1.85±0.00 ^{Ac} | 244.47±3.67 ^{Ad} | 106.4±7.68 ^{Aa} | 0.67±0.05 ^{Ac} | 13.93±0.35 ^{Ab} | 3.84±0.04 ^{Ab} |
| Heugnurl | 27% | 20.61±0.22 ^{Bc} | 1.00±0.01 ^{Dd} | 107.09±3.13 ^{Ec} | 42.14±0.87 ^{Ea} | 0.59±0.00 ^{Ba} | 6.13±0.07 ^{Dd} | 1.48±0.01 ^{Dc} |
| | 23% | 22.24±0.37 ^{Bc} | 1.11±0.04 ^{Cc} | 152.22±3.16 ^{Da} | 53.34±0.77 ^{Da} | 0.62±0.01 ^{Ba} | 7.57±0.34 ^{Cc} | 1.82±0.05 ^{Cc} |
| | 19% | 23.09±0.61 ^{Bd} | 1.22±0.06 ^{Cb} | 163.79±4.66 ^{Ca} | 61.32±2.13 ^{Ca} | 0.62±0.02 ^{Ba} | 7.58±0.43 ^{Cc} | 1.81±0.06 ^{Cc} |
| | 15% | 24.57±0.63 ^{Bd} | 1.50±0.05 ^{Bb} | 179.85±4.37 ^{Bb} | 72.23±2.23 ^{Bb} | 0.65±0.02 ^{Ba} | 8.75±0.28 ^{Bd} | 1.97±0.09 ^{Bc} |
| | whole grain | 34.65±1.23 ^{Ad} | 1.74±0.03 ^{Ac} | 263.19±10.1 ^{Ab} | 104.4±3.83 ^{Aa} | 0.97±0.05 ^{Aa} | 11.63±0.31 ^{Ad} | 2.57±0.09 ^{Ac} |
| Boseokchal | 73% | 30.80±0.93 ^{Ca} | 1.19±0.02 ^{Cb} | 108.80±1.82 ^{Bbc} | 37.55±1.42 ^{Dc} | 0.39±0.02 ^{Cb} | 6.48±0.22 ^{Cd} | 2.25±0.04 ^{Ca} |
| | 77% | 31.04±1.08 ^{Cb} | 1.26±0.06 ^{Cab} | 115.79±4.51 ^{Dc} | 40.91±1.70 ^{Dc} | 0.39±0.02 ^{Cb} | 6.69±0.26 ^{Cd} | 2.31±0.11 ^{Cc} |
| | 81% | 33.49±0.25 ^{Bb} | 1.04±0.05 ^{Cc} | 138.53±0.20 ^{Cc} | 54.59±2.66 ^{Cb} | 0.44±0.00 ^{Bb} | 6.80±0.00 ^{Cd} | 2.41±0.12 ^{Bcb} |
| | 85% | 35.26±0.92 ^{Bb} | 1.17±0.06 ^{Bc} | 161.19±0.12 ^{Bc} | 67.69±2.63 ^{Bc} | 0.46±0.01 ^{Bb} | 8.46±0.29 ^{Bd} | 2.59±0.07 ^{Bb} |
| | whole grain | 54.87±1.11 ^{Aa} | 2.12±0.06 ^{Ab} | 297.47±1.02 ^{Ab} | 103.31±0.57 ^{Aa} | 0.64±0.02 ^{Ad} | 11.94±0.89 ^{Ac} | 3.67±0.14 ^{Ab} |

DOM: Degree of milling, Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among degree of milling. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$) among varieties.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비지원(과제번호: PJ0111432015)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Lee MJ, Kim YK, Seo JW, Kim JG, Kim HS. Cooking and pasting characteristics of non-waxy and waxy pearled barley products from Korea. *Korean J. Food Preserv.* 16: 661-668 (2009)
- Ju JI, Lee KS, Min HI, Lee BJ, Kwon BG, Gu JH, Oh MJ. Changes in physicochemical characteristics of green barley according to days after heading. *Korean J. Crop Sci.* 52: 36-44 (2007)
- Jung EY, Yum CA, Kim SK, Jang MS. The chemical composition of pearled, cutted and pressed barleys. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 290-294 (1987)
- Lee WJ. Changes in dietary fiber content of barley during pearling and cooking. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 180-182 (1992)
- Newman RK, Lewis SE, Newman CW, Boik RJ, Ramane RT. Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Int.* 39: 749-760 (1989)
- Arndt EA. Whole-grain barley for today's health and wellness needs. *Cereal Food. World* 51: 20-22 (2006)
- Cheigh HS, Lee NS, Kwon TW. Some nutritional composition of barley flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 8: 260-262 (1976)
- Cleary L, Brennan C. The influence of a (1→3)(1→4)-β-D-glucan

rich fraction from barley on the physico-chemical properties and *in vitro* reducing sugars release of durum wheat pasta. *Int. J. Food Sci. Tech.* 41: 910-918 (2006)

- Pins JJ, Kaur H. A review of the effects of barley β-glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Food. World* 51: 8-11 (2006)
- Newman RK, Newman CW. Barley as a food grain. *Cereal Food. World* 36: 800-805 (1991)
- Lee MJ, Kim KS, Kim YK, Choi JS, Park KG, Kim HS. Quality characteristics and antioxidant activity of noodle containing whole flour of Korean hull-less barley cultivars. *Korean J. Crop Sci.* 58: 459-467 (2013)
- Cho MK, Lee WJ. Preparation of high-fiber bread with barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 807-706 (1996)
- Lee YT, Chnag HG. Effects of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making Properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 918-923 (2003)
- Jeong HC, Yoo SS. Quality characteristics of pan bread added with color barley powder. *Korean J. Culin. Res.* 20: 127-143 (2014)
- Lee MJ, Kim KS, Kim YK, Park JC, Kim HS, Choi JS, Kim KJ. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with whole barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 721-726 (2013)
- Kim JH, Lee YT. Effects of barley bran on the quality of sugar-snap cookie and muffin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1367-1372 (2004)
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Intl.. 17th ed. Method 991.43. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (2000)

18. Park PW, Goins RE. *In situ* preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. J. Food. Sci. 59: 1262-1266 (1994)
19. Choe JS, Youn JY. The chemical composition of barley and wheat varieties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 223-229 (2005)
20. Park SH, Kim K, Kim SK, Park YK. Proximate composition and mineral content of naked barley differing in pearling degrees. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 18: 328-332 (1989)
21. Cho YS, Kim YN, Kim SY, Kim JB, Kim HW, Kim SN, Kim SY, Park HJ, Kim JH. Changes in fatty acid composition of grain after milling. Korean J. Environ. Agric. 30: 409-413 (2011)
22. Kim HY, Hwang IG, Woo KS, Kim KH, Kim KJ, Lee CK, Lee JS, Jeong HS. Chemical components changes of winter cereal crops with germination. J Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1700-1704 (2010)