

국내 보리 품종의 이화학적 특성 비교

마은빛 · 송 은

국립순천대학교 조리과학과

Comparison of the Physicochemical Properties of Korean Barley Cultivars

Eun-Bit Ma and Eun Song

Department of Food and Cooking Science, Sunchon National University

ABSTRACT This study compared the physicochemical properties of four Korean barley cultivars: the non-waxy types Sogang and Huknuri, and the waxy types Nulichal and Boseokchal. The grains of Huknuri and Boseokchal were round, whereas those of Sogang and Nulichal were pointed. The weight and volume of the Sogang grain were the highest. In terms of color, the yellowish colors of the Sogang and Nulichal cultivars were significantly different from the anthocyanin-rich cultivars, Huknuri and Boseokchal. An analysis of the functional components revealed that β -glucan was more abundant in waxy cultivars, whereas Sogang exhibited the highest total polyphenol content and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity. These results indicate that physicochemical properties and antioxidant activities are strongly influenced by barley variety. Overall, the findings suggest that the non-waxy and waxy type barley cultivars may serve as valuable raw materials, and that understanding their compositional and functional diversity can facilitate the development of a wide range of barley-based processed foods.

Keywords: non-waxy type, waxy type, physicochemical property, antioxidant activity

서 론

보리(*Hordeum vulgare L.*)는 세계 각지에서 널리 재배되고 있으며, 다양한 식문화 속에서 식품으로 활용되어 온 주요 곡류 중 하나이다. 보리는 탈곡 시 외피의 분리 여부에 따라 겉보리(hulled barley)와 쌀보리(hulless barley)로 구분되며, 특히 쌀보리는 외피가 쉽게 분리되는 특성으로 인해 가공 효율이 높고, 식이섬유와 기능성 성분이 풍부해 최근 건강 지향적 식품소재로 주목받고 있다(Jeong 등, 2013; Yoon 등, 2019). 이러한 특성으로 인해 쌀보리는 건강식, 기능성 식품 및 가공식품의 원료로 활용 가능성이 확대되고 있으며, 다양한 품종에 대한 이화학적 특성과 생리활성 성분 분석에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Jeong 등, 2013; Jeong 등, 2022; Jo 등, 2013; Kim 등, 2015; Park 등, 2011; Song 등, 2005).

보리는 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량에 따라 메성(non-waxy)과 찰성(waxy) 품종으로 구분되며, 전분 조성 차이는 조리 및 가공 중 전분의 물리적 변화에 영향을 미친다(Delcour와 Hoseney, 2010). 또한, 단백질 함량이

높아 식품 단백질 공급원으로 이용될 수 있으며, 색소 성분과 β -glucan과 같은 기능성 성분은 품종별 특성과 가공적성에 주요 요인으로 작용한다(Yang 등, 2024). 보리 과피에는 anthocyanins, carotenoids, phenolic acids, flavonols, flavans 등 다양한 페토케미칼이 존재하여 황색, 자색, 적색, 청색 등 다양한 색을 띠며, 이러한 색소 성분들은 항산화 활성, 콜레스테롤 저하, 혈당조절, 항암, 항고혈압 및 면역 활성 등 다양한 생리활성이 보고되고 있다(Choi와 Lee, 2018; Jin 등, 2022; Kim 등, 2020; Park 등, 2020; Shoewa 등, 2016; Suriano 등, 2018; Zhu, 2018). 보리의 세포벽에는 β -1,3 및 β -1,4 glucoside 결합으로 구성된 β -glucan과 arabinoxylan 등의 식이섬유가 다량 함유되어 있으며, 혈중 콜레스테롤 저하, 혈당조절, 장 건강 증진 등의 기능성을 지닌다(Cheigh 등, 1976; Cleary와 Brennan, 2006; Oh 와 Lee, 1996; Pins와 Kaur, 2006; Woo 등, 2007). 특히 β -glucan은 분자량이 클수록 점도가 증가하고 용해성이 감소하여 식품 가공 과정에서 점도 유지와 젤 형성에 중요한 역할을 하며, 제빵, 유제품, 육류, 압출 제품 등 다양한 식품에서 중점제, 안정제, 유화보조제, 조직 개선제로 활용되어

Received 1 October 2025; Revised 5 November 2025; Accepted 12 November 2025

Corresponding author: Eun Song, Department of Food and Cooking Science, Sunchon National University, 255, Jungang-ro, Suncheon, Jeonnam 57922, Korea, E-mail: esong@scnu.ac.kr

© 2025 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

질감과 안정성을 부여한다(Jurkaninová 등, 2024; Šimić 등, 2019). 이처럼 다양한 기능성 성분을 함유한 보리는 기능성 식품 소재로의 활용 가치가 높아지고 있으나, 식품산업에 활용할 수 있는 기초자료는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되고 있는 메성 및 찰성 쌀보리의 이화학적 특성을 분석하여, 보리의 다양한 기능성 가공식품 개발을 위한 기초자료로 제공하고, 품종 선택 및 식품소재 개발 전략 수립의 방향성을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

실험자료

본 연구에 사용한 황색 계열의 메성 쌀보리 품종인 소강과 찰성 쌀보리 품종인 누리찰은 2023년 농촌진흥청 국립식량 과학원에서 육성하여 수확한 품종을 제공받았고, 흑색 계열의 메성 쌀보리 품종인 흑누리와 자색 계열의 찰성 쌀보리 품종인 보석찰은 2023년 전북 고창에서 수확한 쌀보리로 다온농산에서 구입하여 사용하였다. 보리는 편밀분쇄기(KMS-300, Koreamed Co.)를 이용하여 분쇄한 후 시료로 사용하였다.

형태적 특성 분석

보리의 무게는 무작위로 보리 10알의 무게를 측정한 후 보리알의 수로 나누어 1알의 무게로 나타내었고, 50회 반복하여 측정한 후 그 평균값을 나타내었다. 길이와 폭은 Caliper(500-181-20, Mitutoyo)를 이용해 측정하였으며, length/width(L/W)값은 길이/폭으로 계산하였다. 보리 입자의 부피는 알곡을 타원형으로 가정하여 a는 길이(mm), b는 폭(mm)의 값으로부터 부피(mm^3) = $4/3\pi ab^2$ 의 식을 이용하여 계산하였다(Yun 등, 1988).

일반성분 함량 분석

보리의 일반성분 분석은 AOAC법(1984)에 따라 분석하였다. 수분은 상압가열건조법, 조회분은 직접회화법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조섬유는 Henneberg-Stohmann 개량법으로 각각 측정하였다.

색도 측정

보리의 색도 측정은 표준백판(L^* : 98.72, a^* : -0.21, b^* : 0.53)으로 보정된 색차계(CS-820N, CHN Spec Technology Co.)를 사용하여 Hunter's value L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness) 및 ΔE (color difference)를 측정하였다.

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

β -Glucan의 추출 및 함량 분석

보리의 β -glucan은 Rhee 등(2008)의 방법을 변형하여

추출하였다. 보릿가루 50 g에 중류수 250 mL를 분산시킨 뒤 pH 10으로 조정하여 실온에서 20시간 빙치 후 연화시켰다. 이후 pH 6으로 조정하고 termamyl(Sigma-Aldrich Co.) 25 mL를 가하여 95°C 항온수조에서 2시간 동안 75 rpm으로 교반하였다. 반응액을 pH 4.5로 조정하고 amyloglucosidase 7.5 mL를 가하여 45°C에서 2시간 반응시킨 후, 끓는 물에서 30분간 가열하여 효소를 불활성화시켰다. 3,646×g로 20분간 원심분리한 후 상등액을 회수하여 에탄올 농도를 10% 이하로 낮추고 pH 4.5로 조정하고, amyloglucosidase 7.5 mL를 가하여 40°C에서 2시간 반응시켰다. 효소를 불활성화시킨 후 에탄올을 가하여 80% 농도로 만든 뒤 원심분리 하여 얻은 침전물에 termamyl 및 amyloglucosidase를 이용한 효소 처리 과정을 반복하였다. 침전물에 중류수를 가하여 pH 4.5로 조정하고 amyloglucosidase를 다시 처리한 후, pH를 7.5로 조정하여 protease 0.25 g을 첨가하고 37°C에서 2시간 교반하였다. 효소를 불활성화시킨 뒤, 에탄올 농도를 80%로 맞춰 원심분리한 후 침전물을 동결 건조하여 정제된 β -glucan을 정량하였다.

총 폴리페놀 함량 분석

보리의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(1912)으로 측정하였다. 보릿가루 5 g을 70% 에탄올로 2시간 동안 환류 추출한 후 여과하였고, 여과액은 70% 에탄올로 50 mL 정용하여 사용하였다. 추출 여과액 0.5 mL에 Folin-Denis reagent 5 mL와 10% Na_2CO_3 용액 5 mL를 가하고 중류수로 100 mL를 정용하였다. 혼합액을 1시간 동안 반응시킨 후 분광광도계(Optizen pop, Mecasys Co.)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

DPPH 라디칼 소거능 활성 분석

보리의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능 활성은 Blois의 방법(1958)을 변형하여 측정하였다. 보리 추출물 2 mL에 0.2 mM DPPH 용액(Sigma-Aldrich Co.) 4 mL를 첨가하여 30분 동안 반응시킨 후, 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능 활성은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율 차이를 백분율(%)로 산출하여 표시하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 활성(%)} = \left(1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{무첨가구 흡광도}}\right) \times 100$$

통계처리

본 연구의 실험 결과는 SPSS version 20.0(IBM Corp.)을 이용하여 통계 처리하였으며, 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 통해 시료 간의 차이를 검증하였다. 유의수준 $P < 0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 평균 간의 유의적인 차이를 확인하였고, 모든 실험은 신뢰성을

Table 1. Dimension of various barley cultivars

Properties	Non-waxy		Waxy	
	Sogang	Huknuri	Nulichal	Boseokchhal
Weight (mg)	37.25±4.47 ^{a1)2)}	26.02±2.80 ^c	29.83±1.05 ^b	36.82±1.33 ^a
Length (mm)	6.96±0.22 ^a	4.40±0.21 ^d	4.82±0.19 ^c	5.37±0.25 ^b
Width (mm)	3.42±0.09 ^b	3.27±0.15 ^c	3.51±0.08 ^a	3.56±0.08 ^a
Length/width	2.04±0.07 ^a	1.35±0.04 ^c	1.38±0.06 ^c	1.51±0.09 ^b
Volume (mm ³)	340.69±25.03 ^a	197.35±26.16 ^d	248.82±14.89 ^c	284.23±12.71 ^b

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Mean with different superscripts (a-d) within a row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

확보하기 위해 5회 이상 반복 수행하였다.

결과 및 고찰

형태적 특성

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 형태적 특성을 측정한 결과는 Table 1에 제시하였다. 보리 알곡의 무게는 소강에서 37.25 mg으로 가장 높았고, 흑누리에서 26.02 mg으로 가장 낮아 품종 간 유의적인 차이를 보였다($P<0.05$). 길이는 4.40~6.96 mm로 소강에서 가장 높았고, 폭은 3.27~3.56 mm로 보석찰에서 유의적으로 높으며($P<0.05$), 폭과 길이의 비율을 나타내는 L/W값은 소강에서 2.04로 가장 높았다. 부피는 197.35~340.69 mm³로 소강에서 유의적으로 높았다($P<0.05$). 형태적 특성 측정 결과, 흑누리와 누리찰에 비해 소강과 보석찰의 무게, 길이, L/W 및 부피가 유의적으로 높았으며, Fig. 1에서도 측정 결과와 같이 소강과 보석찰의 형태가 크게 관찰되었다. Fig. 1에서 보리의 형태적인 특징을 육안으로 확인한 결과, 흑누리와 보석찰은 둥근 타원형의 형태였으며, 소강과 누리찰은 중간이 볼록하고 끝이 뾰족한 형태를 보였다. Yu 등(2022)의 연구에서 보리의 형태적 다양성은 유전자 발현 양상과 생육기의 발달 환경, 수방화서의

구조적 분화 방식 등과 밀접하게 연관되어 있으며, 367개의 전 세계 보리 자원을 비교한 Desta 등(2024)의 연구에서도 품종 계통뿐만 아니라 자생 지역의 지리적, 기후적 조건 등 재배 환경의 영향을 받는다고 보고되고 있다.

일반성분

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 일반성분을 측정한 결과는 Table 2에 제시하였다. 수분함량은 9.93~11.67% 범위로 나타났으며, 이는 국내 식품공전에서 제시하는 밀가루와 곡류 가공품류의 규격 기준인 수분함량 15.5% 이하를 충족하는 범위였다(MFDS, 2023). 곡류 분말의 수분함량은 저장 안정성, 효소와 미생물 활성뿐만 아니라 분말의 유동성, 응집성 등 품질 및 가공적성과 직결되는 중요한 요인이다. 조단백질 함량은 보석찰에서 14.88%로 가장 높았고, 소강에서 6.17%로 가장 낮게 나타나 품종 간에 유의적인 차이를 보였다($P<0.05$). 보리 품종의 단백질 함량은 보리의 유전자 형과 환경적 요인에 따른 변이와 관련이 있으며, 토양 내 질소 함량의 증가는 단백질 합성 효소 활성과 질소 동화율을 증가시키고 자유 아미노산 농도 유지에 영향을 주어 단백질 함량을 증가시키는 것으로 보고되고 있다(Cai 등, 2013; Wang 등, 2023). 조지방, 조회분 및 조섬유 함량은 각각

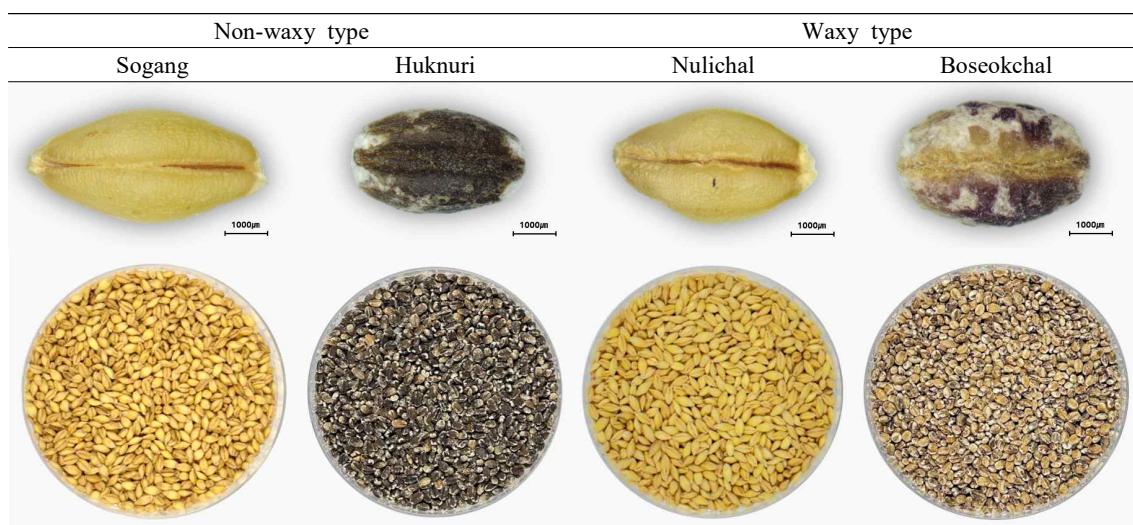


Fig. 1. Photography of various barley cultivars.

Table 2. Proximate compositions of various barley cultivars

(%)

Properties	Non-waxy		Waxy	
	Sogang	Huknuri	Nulichal	Boseokchal
Moisture	9.93±0.02 ^{d1)2)}	11.11±0.03 ^b	11.67±0.07 ^a	10.53±0.08 ^c
Crude protein	6.17±0.59 ^c	10.72±0.05 ^b	10.69±0.33 ^b	14.88±0.13 ^a
Crude lipid	2.74±0.07 ^a	1.79±0.07 ^c	1.80±0.03 ^c	2.27±0.05 ^b
Crude ash	1.82±0.03 ^a	1.46±0.02 ^b	1.12±0.01 ^d	1.36±0.02 ^c
Crude fiber	2.77±0.03 ^a	1.82±0.02 ^b	1.83±0.02 ^b	1.02±0.02 ^c

¹⁾All values are mean±SD.²⁾Mean with different superscripts (a-d) within a row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

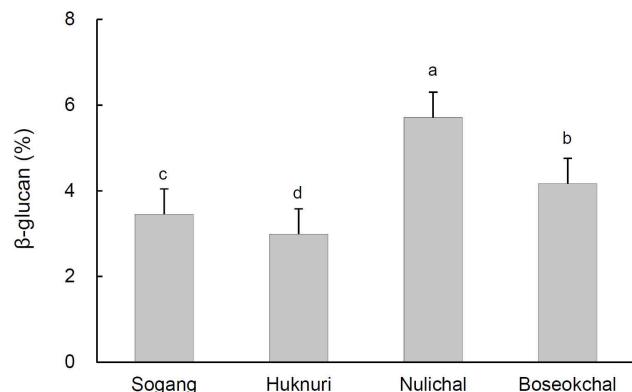
1.79~2.74%, 1.12~1.82% 및 1.02~2.77% 범위였고, 조지방, 조회분 및 조섬유 함량 측정 결과에서 모두 소강에서 유의적으로 높았다($P<0.05$). 곡류에서 품종에 따른 성분의 차이는 유전적 요인뿐만 아니라 생육환경, 성숙도 등에 의해 영향을 받으며(Chang과 Jung, 1994; Seog 등, 1993), 도정도와 같은 물리적 가공 조건에 의해서도 함량이 달라질 수 있다(Zhang 등, 2024).

색도

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 색도를 측정한 결과는 Table 3에 제시하였다. 색도 측정에서 L^* 값은 황색 계열의 누리찰에서 70.29, 소강에서 64.57로 높게 나타났고, 흑누리와 보석찰에 비해 유의적으로 큰 차이를 보였다($P<0.05$). a^* 값과 b^* 값은 소강에서 각각 3.02와 20.22로 가장 높았고, 흑누리에서 각각 0.84와 4.18로 가장 낮았다. 두 색상 간의 차이를 나타내는 ΔE 값은 수치가 클수록 색상 차이가 뚜렷함을 의미한다. 본 연구의 색도 측정에서 표준백판을 기준으로 측정한 ΔE 값이 흑누리에서 46.95로 가장 높게 나타나 가장 큰 색차를 보였고, 보석찰과 소강에서도 상대적으로 높은 값을 나타냈다(Min 등, 2021). 반면 누리찰은 29.50으로 가장 낮게 나타나 품종 간에 뚜렷한 색 차이를 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 안토시아닌 색소 함량이 높은 유색계열 보리에서 L^* 값과 b^* 값이 높았다고 보고한 기존 연구의 결과와 일치하였다(Jeong 등, 2022). 색도는 가공 제품의 시장성 및 소비자 수용성에 직접적으로 영향을 미치는 핵심 품질 지표이며, 품종별 색도 차이는 곡립 외피에 존재하는 폴리페놀 색소의 조성과 함량에 따라 결정된다(Quinende-Axtell 등, 2006). 따라서 보리의 색도 특성은 기능성 소재로의 활용성과 가공 적합성 평가에서 품종 선택의 중요한 기준으로 고려되어야 한다.

Table 3. Color value of various barley cultivars

Properties	Non-waxy		Waxy	
	Sogang	Huknuri	Nulichal	Boseokchal
L^*	64.57±0.20 ^b	44.93±0.25 ^d	70.29±0.33 ^a	59.13±0.22 ^c
a^*	3.02±0.07 ^a	0.84±0.07 ^d	1.51±0.14 ^c	2.81±0.09 ^b
b^*	20.22±0.25 ^a	4.18±0.22 ^d	15.63±0.12 ^b	11.79±0.10 ^c
ΔE	38.58±0.22 ^b	46.95±0.23 ^a	29.50±0.24 ^d	36.15±0.23 ^c

¹⁾All values are mean±SD.²⁾Mean with different superscripts (a-d) within a row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.**Fig. 2.** β -Glucan content of various barley cultivars. Values with different letters (a-d) on the bar are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

β -Glucan 함량

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 β -glucan 함량은 Fig. 2에 제시하였다. 찰성 쌀보리 품종인 누리찰의 β -glucan 함량이 5.71%로 가장 높았고, 보석찰 4.16%, 소강 3.45%, 흑누리 2.99%로 품종 간에 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). Lee 등(2009)의 연구에서 유전적 요인, 재배 환경 및 도정 조건 등에 따라 지역별 쌀보리 품종의 β -glucan 함량은 2.44~6.95% 범위로 나타났으며, 메성 쌀보리 품종에 비해 찰성 쌀보리 품종의 β -glucan 함량이 1.0~2.5% 높다고 보고되어 본 연구와 일치하였다(Lee 등, 2012; Lee와 Lee, 1994). 찰성 쌀보리 품종의 높은 β -glucan 함량은 전분 합성과 세포벽 다당류 생합성 경로의 유전적 조절이 연계되어 있으며, 아밀로오스 합성 효소의 불활성화로 전분 합성 기질의 일부가 β -glucan으로 전환된 결과로 보고되고 있다(Islamovic 등, 2013). 또한, β -glucan은 보리 배유와 세포벽에 다양 존재하는 β -(1→3) 및 β -(1→4) 글루코시드 결합

으로 이루어진 단순다당류이며(Choi, 2000), 분자량이 크고 β -(1→3) 결합이 존재하는 불규칙한 구조로 인해 수용액 상태에서 높은 점성과 겔 형성을 나타낸다(Andersson 등, 2004; Kim과 Kim, 2015; Kim과 Ryu, 2003). 혈당 및 콜레스테롤 조절과 같은 생리적 기능성뿐만 아니라 분자량, 용해성, 점도 특성의 변화에 따라 가공 중 유연학적 특성에 직접적인 영향을 미치며(Jurkaninová 등, 2024), 이에 따라 중점제, 안정제, 유화 보조제, 조직 개선제로 활용되어 음료나 제빵, 유통, 압출 제품 등 다양한 식품에서 질감 향상 및 안정제 기능을 제공한다고 보고되고 있다(Djurle 등, 2018; Gaosong과 Vasanthan, 2000; Henrion 등, 2019). 따라서 본 연구는 β -glucan의 구조적, 기능적 특성이 다양한 가공식품에서 질감 향상과 안정화 기능을 제공할 수 있음을 확인하였으며, 이를 통해 보리를 활용한 고부가가치 소재로 활용될 가능성을 제시한다.

총 폴리페놀 함량

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 3A에 제시하였다. 소강이 543.90 μg gallic acid equivalent(GAE)/g으로 가장 높았고, 흑누리 463.09 μg GAE/g, 누리찰 499.50 μg GAE/g 및 보석찰 504.92 μg GAE/g 순으로 나타나 품종 간 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 폴리페놀 조성은 곡립의 색과 밀접한 관련이 있으며, 보리에는 anthocyanins, flavonols, phenolic acids, catechins 및 proanthocyanidins 등 다양한 화합물이 함유되어 있다(Baik과 Park, 2010). 유색보리는 anthocyanins 분획이 크고 항산화, α -glucosidase 저해 등 생리활성이 강화되는 경향을 보이며, 황색 계열은 주로 flavonols 및 phenolic acids의 영향이 크게 작용하여 폴리페놀 함량이 높게 나타난다고 보고되어 있다(Jin 등, 2022). 본 연구에서도 황색 계열인 소강에서 높은 폴리페놀 함량이 나타나 flavonols 축적에 기인한 것으로 해석된다. 반면, 흑누리와 보석찰과 같은 유색 품종은 anthocyanins 비율이 높아 총 폴리페놀 함량은

상대적으로 낮지만, 특정 항산화 활성이 강화될 수 있다는 점에서 기능적 차별성을 가진다. 따라서 본 연구는 보리 품종별 색소 조성과 총 폴리페놀 함량 간의 연관성을 확인하였으며, 품종 특성에 따라 기능성 가공식품 소재로의 활용 가능성을 시사한다.

DPPH 라디칼 소거능 활성

메성 쌀보리와 찰성 쌀보리의 DPPH 라디칼 소거능 활성은 Fig. 3B에 제시하였다. DPPH 라디칼 소거능 활성은 메성 쌀보리 품종인 소강에서 94.15%로 가장 높았고, 흑누리 72.29%, 보석찰 68.75%, 누리찰 60.79% 순으로 품종 간 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 보리의 외피에는 chrys-oeriol·luteolin 유도체 등 다양한 폴리페놀성 화합물이 존재하여 중심부보다 항산화 활성이 높다고 보고되고 있으며(Xia 등, 2022), 플라보노이드 계열의 화합물은 전자·수소 공여능과 구조적 특성에 의해 DPPH 라디칼 제거에 효과적인 것으로 보고되고 있다(Villano 등, 2007). 특히 B환의 o-dihydroxyl(catechol) 치환과 C2=C3 이중결합-4-oxo 공액계는 라디칼의 공명 안정화를 통해 라디칼 소거 활성을 강화하는 구조 요인이다(Spiegel 등, 2020). 본 연구에서 확인된 소강의 높은 DPPH 라디칼 소거능 활성은 flavonols 와 phenolic acids 비중이 큰 폴리페놀 조성과 일치하며, 색소 조성에 따라 항산화 활성이 달라질 수 있음을 뒷받침한다. 이러한 결과는 품종 특성에 따른 항산화 활성의 유의한 차이를 나타내며, 보리의 기능성 가공식품 소재로의 활용 가능성을 시사한다.

요약

본 연구에서는 국내에서 생산되는 메성 쌀보리 품종인 소강과 흑누리, 찰성 쌀보리 품종인 누리찰과 보석찰을 대상으로 이화학적 특성을 비교 분석하였다. 형태적 특성 분석 결과, 황색 계열인 소강과 누리찰은 흑누리와 보석찰에 비해 끝이

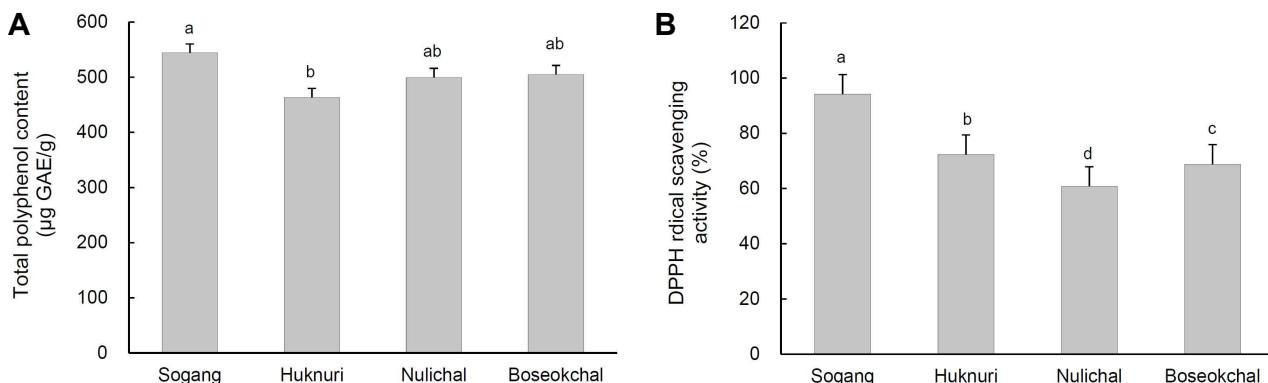


Fig. 3. Total polyphenol content and DPPH radical scavenging activities of various barley cultivars. (A) Comparison of total polyphenol content in each sample, (B) comparison of DPPH radical scavenging activity in each sample. Values with different letters (a-d) on the bar are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test. Total polyphenol content was expressed as μg gallic acid equivalent (GAE)/g dry weight.

뾰족한 형태를 보였으며, 소강 품종의 무게, 길이, 부피 및 L/W값이 유의적으로 높았다. 색도 측정에서는 황색 계열 품종인 소강과 누리찰이 밝은 곡피색을 보여 L*값과 a*값이 높았으며, 안토시아닌계 색소를 많이 함유한 흑누리와 보석찰과는 명확히 구분되는 유의적인 차이를 보였다. 일반성분 분석에서는 보석찰의 조단백질 함량이 가장 높았고, 소강은 조지방, 조회분 및 조섬유 함량이 유의적으로 높았다. β -Glucan 함량은 찰성 쌀보리 품종인 누리찰과 보석찰에서 높게 나타났고, 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 활성은 소강에서 유의적으로 높았다. 본 연구 결과 보리 품종에 따라 이화학적 특성과 항산화 활성이 달라졌으며, 이는 가공식품 제조 시 중요한 요인이 될 수 있다. 따라서 본 연구 결과는 보리를 활용한 가공식품 제조에 유용한 기초자료가 될 수 있음을 시사한다.

감사의 글

본 연구는 국립순천대학교 교연비 사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- Andersson AAM, Armö E, Grangeon E, et al. Molecular weight and structure units of (1→3, 1→4)- β -glucans in dough and bread made from hull-less barley milling fraction. *J Cereal Sci.* 2004. 40:195-204.
- AOAC. Official methods of analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. 1984. p 31-47.
- Baik BK, Park EY. Implication of phenolic compounds and polyphenol oxidase to barley food discoloration. *Food Sci Ind.* 2010. 43(3):48-54.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 1958. 181:1199-1200.
- Cai S, Yu G, Chen X, et al. Grain protein content variation and its association analysis in barley. *BMC Plant Biol.* 2013. 13:35. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-35>
- Chang HG, Jung IH. The physicochemical properties and cooking qualities of barley. *J Korean Soc Food Nutr.* 1994. 23: 816-821.
- Cheigh HS, Lee NS, Kwon TW. Some nutritional composition of barley flours. *Korean J Food Sci Technol.* 1976. 8:260-262.
- Choi EY, Lee JT. The effects of antioxidant and anti-aging treatment of UVB-irradiated human HaCaT keratinocytes with ethanol extracts of colored rice varieties. *Korean J Food Sci Technol.* 2018. 50:653-659.
- Choi HD. Molecular structure of β -glucan in waxy and non-waxy barley. *Bulletin of Food Technology.* 2000. 13(1):84-97.
- 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 Technol.* 2006. 41:910-918.
- Delcour JA, Hoseney RC. Principles of cereal science and technology. 3rd ed. American Association of Cereal Chemists International Inc. 2010. p 25-30, 35-42.
- Desta KT, Choi YM, Yoon H, et al. Comprehensive characterization of global barley (*Hordeum vulgare* L.) collection using agronomic traits, β -glucan level, phenolic content, and antioxidant activities. *Plants.* 2024. 13:169. <https://doi.org/10.3390/plants13020169>
- Djurle S, Andersson AAM, Andersson R. Effects of baking on dietary fibre, with emphasis on β -glucan and resistant starch, in barley breads. *J Cereal Sci.* 2018. 79:449-455.
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem.* 1912. 12:239-243.
- Gaosong J, Vasantha T. Effect of extrusion cooking on the primary structure and water solubility of β -glucan from regular and waxy barley. *Cereal Chem.* 2000. 77:396-400.
- Henrion M, Francey C, Lê KA, et al. Cereal B-glucans: The impact of processing and how it affects physiological responses. *Nutrients.* 2019. 11:1729. <https://doi.org/10.3390/nu11081729>
- Islamovic E, Obert DE, Oliver RE, et al. Genetic dissection of grain beta-glucan and amylose content in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Mol Breeding.* 2013. 31:15-25.
- Jeong SH, Song JY, Park HJ, et al. The chemical composition and fermentation properties of colored barley. *Korean J Food Cook Sci.* 2022. 38:356-366.
- Jeong YS, Kim JW, Lee ES, et al. Studies on physico-chemical characterization of starch extracted from domestic barley cultivars. *Food Eng Prog.* 2013. 17:203-211.
- Jin HM, Dang B, Zhang WG, et al. Polyphenol and anthocyanin composition and activity of highland barley with different colors. *Molecules.* 2022. 27:3411. <https://doi.org/10.3390/molecules27113411>
- Jo SH, Cho CY, Ha KS, et al. The antioxidant and antimicrobial activities of extracts of selected barley and wheat inhabited in Korean peninsula. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2013. 42: 1003-1007.
- Jurkaninová L, Dvořáček V, Gregusová V, et al. Cereal β -D-glucans in food processing applications and nanotechnology research. *Foods.* 2024. 13:500. <https://doi.org/10.3390/foods13030500>
- Kim EH, Lee YJ, Lee SH, et al. Physicochemical characteristics of barley powder produced from different cultivars and with different degrees of milling. *Korean J Food Sci Technol.* 2015. 47:639-644.
- Kim H, Kim H. Physicochemical characteristics of Jeju barley and extracted β -glucan. *Food Eng Prog.* 2015. 19:132-138.
- Kim MY, Park HY, Lee YY, et al. Antioxidant and anti-adipogenic effects of colored and brown rice extracts depending on cultivars. *Korean J Food Nutr.* 2020. 33:149-158.
- Kim SY, Ryu CH. Extraction and physicochemical characterization of barley bran β -glucan. *Korean J Soc Food Cook Sci.* 2003. 19:616-623.
- Lee MJ, Kim YK, Seo JW, et al. Cooking and pasting characteristics of non-waxy and waxy pearl barley products from Korea. *Korean J Food Preserv.* 2009. 16:661-668.
- Lee SH, Jang GY, Kim HY, et al. Physicochemical properties of barley β -glucan with different heating temperatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2012. 41:1764-1770.
- Lee YT, Lee CK. Effect of varietal variation in barley on β -glucan and melting quality characteristics. *Korean J Food Sci Technol.* 1994. 26:172-177.
- Min KE, Moon JE, Park JM. Aging analysis of paper depending on light source and paper color. *J Korea TAPPI.* 2021. 53:78-86.
- MFDS. Korean food code. 2023 [cited 2025 Jan 20]. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EB%8A%A8%EB%8F%84%EC%9A%A9%EB%8A%A8&itemCode=FC0A006001002A041>
- Oh HJ, Lee SR. Physiological function *in vitro* of β -glucan iso-

- lated from barley. Korean J Food Sci Technol. 1996. 28:689-695.
- Park S, Choi Y, Kim Y, et al. Antioxidant content and activity in methanolic extracts from colored barley. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:1043-1047.
- Park YM, Lee HY, Shin DY, et al. Immunostimulatory activity of black rice bran in cyclophosphamide-induced immunosuppressed rats. Nat Prod Commun. 2020. 15:1934578X20934919. <https://doi.org/10.1177/1934578X20934919>
- Pins JJ, Kaur H. A review of the effects of barley β -glucan on cardiovascular and diabetic risk. Cereal Foods World. 2006. 51:8-11.
- Quinidine-Axtell Z, Powers J, Baik BK. Retardation of discoloration in barley flour gel and dough. Cereal Chem. 2006. 83:385-390.
- Rhee SJ, Cho SY, Kim KM, et al. A comparative study of analytical methods for alkali-soluble β -glucan in medicinal mushroom, Chaga (*Inonotus obliquus*). LWT – Food Sci Technol. 2008. 41:545-549.
- Seog HM, Kim JS, Hong HD, et al. Change in chemical composition of maturing barley kernels. Appl Biol Chem. 1993. 36:449-455.
- Shoeva OY, Mock HP, Kukoeva TV, et al. Regulation of the flavonoid biosynthesis pathway genes in purple and black grains of *Hordeum vulgare*. PLoS One. 2016. 11:e0163782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163782>
- \checkmark Simić G, Horvat D, Lalić A, et al. Distribution of β -glucan, phenolic acids, and proteins as functional phytonutrients of hull-less barley grain. Foods. 2019. 8:680. <https://doi.org/10.3390/foods8120680>
- Song ES, Park SJ, Woo NRA, et al. Antioxidant capacity of colored barley extracts by varieties. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2005. 34:1491-1497.
- Spiegel M, Andruniów T, Sroka Z. Flavones' and flavonols' antiradical structure-activity relationship – A quantum chemical study. Antioxidants. 2020. 9:461. <https://doi.org/10.3390/antiox9060461>
- Suriano S, Iannucci A, Codianni P, et al. Phenolic acids profile, nutritional and phytochemical compounds, antioxidant properties in colored barley grown in southern Italy. Food Res Int. 2018. 113:221-233.
- Villaño D, Fernández-Pachón MS, Moyá ML, et al. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. Talanta. 2007. 71:230-235.
- Wang H, Zhang X, Zhang G, et al. Regulation of density and fertilization on crude protein synthesis in forage maize in a semiarid rain-fed area. Agriculture. 2023. 13:715. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030715>
- Woo SM, Kim TY, Yeo SH, et al. Properties of alcohol fermentation from barley treated with non-steam and steam. Korean J Food Preserv. 2007. 14:201-206.
- Xia C, Yang K, Zhu Y, et al. Distribution of free and bound phenolic compounds, β -glucan, and araboxylan in fractions of milled hullless barley. LWT. 2022. 169:113935. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113935>
- Yang Y, Wang Y, Zhang R, et al. The impact of different soluble endogenous proteins and their combinations with β -glucan on the in vitro digestibility, microstructure, and physicochemical properties of highland barley starch. Int J Biol Macromol. 2024. 260:129417. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129417>
- Yoon YM, Kim KH, Kang TG, et al. Evaluation of starch properties of Korean barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. Korean J Breed Sci. 2019. 51:73-85.
- Yu DS, Shin MJ, Park JC, et al. A statistical analysis of phenotypic diversity based on genetic traits in barley germplasms. Korean J Plant Res. 2022. 35:641-651.
- Yun YJ, Kim K, Kim SK, et al. Hydration properties of naked barley by kernel sizes. J Korean Agric Chem Soc. 1988. 31: 13-20.
- Zhang W, Yang Y, Zhang J, et al. Study of the effect of milling on nutritional and sensory quality and volatile flavor compounds of cooked highland barley rice. LWT. 2024. 198:115-972. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115972>
- Zhu F. Anthocyanins in cereals: Composition and health effects. Food Res Int. 2018. 109:232-249.