

유색보리 분말을 첨가한 식빵의 품질특성

정 현 철¹⁾ · 유 승 석^{2)¶}

영동대학교 호텔외식조리학과¹⁾ · 세종대학교 조리외식경영학과^{2)¶}

Quality Characteristics of Pan Bread Added with Color Barley Powder

Hyun-Chul Jeong¹⁾ · Seung-Seok Yoo^{2)¶}

Dept. of Hotel & Foodservice Culinary Arts, Youngdong University, Chungbuk 370-701, Korea¹⁾
Dept. of Culinary & Foodservice Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea^{2)¶}

Abstract

This study investigated color barley powder substituted for wheat flour in bread recipes with the amounts of 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. Color barley powder consisted of 9.35% of moisture content, 9.37% of crude protein, 1.64% of crude fat and 2.96% of crude ash. Water soluble dietary fiber is 3.21, insoluble dietary fiber is 4.91, total dietary fiber content is 8.12, and β -glucan is 49.31. DPPH radical scavenging activity is 56.76%, total phenol content is 234.34. The farinograph measurement result of the bread made with color barley powder showed that consistency, water absorption, development time and time breakdown have decreased. The alveogram measurement result of the bread made with color barley powder showed that overpressure, extensibility, swelling index and deformation energy have increased. The amylograph measurement result of the bread made with color barley powder showed that peak viscosity, hot past viscosity and breakdown have decreased. Baking loss and specific loaf volume have decreased as the color barley powder content increased. The chromaticity measurement result showed that the 'L' and 'b' of bread have increased as the color barley powder content increased, while the chromatic 'a' value increased. The texture measurement result showed that the hardness and gumminess of bread have increased as the color barley powder content increased. cohesiveness, springiness and chewiness have decreased. Overall preference scores showed a high overall acceptability for the bread made with 10% color barley powder.

Key words: color barley powder, pan bread, physicochemical properties, quality characteristics

I. 서 론

최근 생활수준의 향상과 경제성장의 급속한 변화로 인하여 식문화에 영향을 주고 식생활의 다양화, 고급화, 서양화로 주식인 쌀 소비가 감소하고 대신 빵의 소비 비중이 증가하고 있다(Ju HW et al 2010). 또한 건강에 대한 관심 증가로 기존의

재료보다는 기능성 부재료를 첨가한 건강 지향적인 제품을 원하는 소비자들이 많아 기능성 재료를 이용한 건강빵과 고급빵 제품에 대한 요구와 당뇨병, 심장질환 및 비만에 대한 우려로 저칼로리 제품에 대한 수요가 증가하는 추세이다(Lee SJ et al 2008). 식빵은 다른 제과, 제빵 제품들에 비해 유지나 당의 사용이 적고 식단의 간편성으로

¶ : 유승석, 02-3408-3824, yss2@sejong.ac.kr, 서울 광진구 능동로 209, 세종대학교

소비가 크게 증가하고 있는 제품으로 기능성 재료를 첨가해 제조하기 쉬운 특성이 있어 많은 제품과 연구가 활발히 발표되고 있다(Kim KH et al 2009).

보리(barley, *Hordeum vulgare* L.)는 외떡잎식물 벼목 화본과에 속하며 과피, 종피, 배유와 배아로 되어 있으며 보리알이 배열된 열 수에 따라 2조맥과 6조맥으로 분류하고 껍질 유무에 따라 겉보리와 쌀보리로 나뉜다(석문호 2010). 보리는 쌀 다음으로 우리 식생활에서 중요한 기본 식량으로 단백질, 칼슘 및 식이섬유 등이 풍부하게 함유되어 있고, 보리쌀, 압맥, 할맥의 형태로 혼반용으로 소비되고 있다(Park SM et al 2011). 보리의 배유 세포벽을 구성하는 주요 다당류로 알려진 β -glucan은 체내 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추어 심장질환을 예방하고, 체지방 축적을 억제하여 비만과 관련된 증상을 완화시켜 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kalra S & Jood S 2000). 또한 유색보리는 다른 보리에 비해 안토시아닌 색소, 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높아 항산화 효과가 뛰어난 것으로 알려졌다(Park SM et al 2011). 안토시아닌 색소는 식물체에서 적색, 자색 및 청색을 내는 수용성 색소로 항산화 기능과 심혈관계 질환, 암, 당뇨병과 같은 질병 예방에도 효과가 있다(Konczak I & Zhang W 2004). 폴리페놀은 인체 내에서 항산화제로 작용함으로써 질병의 예방과 회복에 도움을 주고(Kumar A et al 2006) 항암, 항고혈압, 항염증, 항당뇨 등의 생리적 효능이 있다(Nozaki K 1986).

유색보리를 이용한 연구에는 유색보리 육성계통의 이화학적 특성(Choi JS et al 2006), 계통별 유색보리의 항산화 효과(Song ES et al 2005), 유색 보리 종실의 품종별 색소 특성(Ju WT et al 2003), 유색보리 Methanol 추출물의 항산화 성분 및 항산화 활성(Park SM et al 2011), 유색보리와 귀리를 이용한 당뇨환자용 즉석죽의 당뇨 개선효과(Lee CH et al 2013), 유색보리의 제맥 및 양조 특성(Kim MJ et al 2012), 흑맥가루와 올리브유

첨가 식빵의 제조조건 최적화(Kim JK et al 2013), 자맥가루와 올리브유 첨가 식빵의 제조조건 최적화(Kim JK et al 2012)에 관한 연구들이 발표되고 있다.

본 연구에서는 심장질환과 성인병을 예방하고 면역력 증강, 항산화 효과 등에 뛰어난 유색보리의 수요를 증진하고 기능성 식품으로 이용 가능성을 높이기 위하여 유색보리 분말의 이화학적 특성, 반죽 물성 및 식빵을 제조하고 실험을 분석하여 유색보리 분말을 첨가한 식빵의 최적의 배합비를 찾고, 유색보리를 이용한 기능성 식빵 상품을 개발하여 유색보리 수요증진에 기여하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 유색보리(경북 건천농협, 2011년)는 농협에서 구입하고 방앗간에서 분쇄하여 80 mesh 체에 내려 사용하였다. 밀가루(강력분 1등급, 삼양사), 생이스트(제니코), 설탕(삼양사), 식염(한주염업), 버터(서울우유), 탈지분유(서울우유), 달걀(평창양계), 반죽계량제(푸라토스), 배합수는 정제수를 사용하였다.

2. 유색보리의 일반성분 분석

시료는 AOAC(AOAC 1995)에 따라 수분 함량은 105°C 상압가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소함량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 직접 회화법으로 분석하였고, 모든 분석은 5회 반복하여 평균값을 사용하였다.

3. 유색보리의 식이섬유와 β -glucan 함량 분석

시료의 총 식이섬유 함량은 AOAC(AOAC 1995) 방법에 따라 식이섬유 자동추출장치(Fibertec-1023, FOSS Co., USA)를 이용하여 분석하였다.

$$\text{식이섬유 함량(\%)} = \frac{(\text{검체의 평균건사 무게(mg)-P-A-B})}{\text{검체의 평균 무게(mg)}} \times B$$

- P : 단백질량(mg)
- A : 회분량(mg)
- B : 공시험값(mg)

$$\beta\text{-glucan(mg/g)} = S \times \frac{a}{\text{시료채취량}} \times 0.9 \times \frac{1}{1000} \div 10$$

- S : 시험용액중의 글루코오스 농도(ug/mL)
- a : 시험용액의 전량(mL)
- 0.9 : 베타글루칸 전환계수(162/180)
- 10 : 시험용액의 희석배수

시료의 β-glucan 함량은 식품의약품안전청 식품 공전에 따라 분석하였으며, 시료를 정확히 달아 물 100 mL로 정량하였다. 아밀라아제(채취한 시료 g당 400 unit)을 40~200 mg 취하여 넣고 0.1N NaOH로 pH 6.9로 한 후 20℃에서 2시간 진탕했다. 0.1N HCl로 pH 5.0으로 하고 셀룰라아제(채취한 시료 g당 10 unit)을 넣고 37℃에서 2시간 진탕했다. 프로테아제(채취한 시료 g당 55 unit) 15~80 mg을 넣고 0.1N NaOH로 pH 7.5로 한 후 37℃에서 2시간 진탕했다. 아밀로글루코시다아제(채취한 시료 g당 880 unit) 20~100 mg 을 넣고 0.1N HCl로 pH 4.8로 한 후 60℃에서 2시간 진탕했다. 효소분해물에 95%에탄올 400 mL를 가하여 4℃에서 12시간 동안 침전 후 원심분리(10000 rpm, 10분)하여 취했다. 다시 80% 에탄올 500 ml 를 침전물에 가하여 4℃에서 1시간 동안 침전 후 원심분리(10000 rpm, 10분)하였다. 침전물에 물 20 mL를 가한 후 호모게나이저를 이용하여 균질 화하고 물로 100 mL 되도록 정용하였다. 25 mL 의 시험관에 5% 페놀 용액 1 mL를 넣고 농도별 표준용액은 각각 1 mL를 가했다. 시험용액은 0.1 mL와 증류수 0.9 mL를 가한 10초간 잘 흔들어 섞어 황산 5 mL 씩을 가했다. 20일 동안 실온 반응시켜 470 nm에서 측정하였다.

4. 전자공여능과 총 페놀 함량 측정

DPPH radical에 대한 소거활성을 Blois(Blois MS 1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 0.5 mL에 2×10⁻⁴M DPPH 2.0 mL를 넣고 vortex로 섞어주고 30분 동안 암소에 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{전자공여능 (\%)} = 1 - \frac{\text{시료처리구 흡광도} - \text{시료대조구 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

총 페놀 함량은 Folin-Denis(Folin O & Denis W 1915)법으로 측정하였다. 즉, 시료 3.0 g에 50% ethanol 50 mL를 넣고 70℃에서 환류 추출한 후 여과하여 실험에 이용하였다. 이 시료액 3 mL와 Folin-Denis 시약 3 mL를 혼합하고 실온에서 3분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 용액 3 mL를 가하였다. 이어 실온에서 다시 1시간 방치시킨 후 분광광도계(UV-1601, Shimadzu Co., Japan)로 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준용액으로는 gallic acid를 이용하였다.

5. 유색보리 분말을 첨가한 식빵 제조

유색보리 분말의 첨가량을 달리한 식빵 제조 배합비는 <Table 1>과 같고 제조 공정은 AACC (AACC 2000)을 일부 수정한 직접반죽법(straight dough method)으로 제조하였다. 강력분에 유색보리 분말을 0%, 5%, 10%, 15% 및 20% 비율로 첨가하고 다른 모든 재료는 동일하게 고정하여 제조하였다. 반죽기(Model HZ, Hobart Co. Ltd., USA)에 버터를 제외한 모든 재료를 넣고 1단(180 rpm)에서 1분, 2단(273 rpm)에서 2분 동안 혼합하여 클린업 단계에서 버터를 투입하고 1단에서 1분, 2단에서 5분 혼합하였다. 이때 반죽온도는 27℃로 하였으며 1차 발효는 30℃, 상대습도 75%에서 50분 동안 발효기(Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd., FP-401, Seoul, Korea)에서 발효시킨 다음 400 g 씩 분할하여 둥글리기를 하고 실온에서 30분간 중간 발효하였다, 발효된 반죽

을 성형하여 식빵 틀에 넣고 35℃, 상대습도 80%의 발효기에서 40분간 2차 발효 후에 윗불 온도 190℃, 아랫불 온도 180℃로 예열된 오븐(Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd., Seoul, Korea)에 넣어 25분간 구웠다. 구워진 빵은 실온에서 60분 식힌 후 polyethylene vinyl bag에 포장하여 실험에 사용하였다.

6. Farinograph 측정

Farinogram 특성 측정은 Farinogram-E(M81044, Brabender Co., Ltd., Germany)를 사용하여 다음과 같이 측정하였다. 강력분 대조구를 300 g 넣고 farinogram 상에 나타나는 curve의 중앙이 500±10 F.U.(Farinogram Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다. 이때 반죽온도는 30±0.2℃를 유지하도록 하였으며, 이렇게 하여 얻은 흡수율을 기준으로 하여 시료를 % 별로 넣은 시료의 실험을 실시하였다. 즉, Farinogram으로부터 반죽의 강도(consistency)와 흡수율(water absorption), 반죽 형성시간(development time), 반죽의 안정도(stability), 반죽 파괴시간(time to break down), 반죽 내성(mixing tolerance index (MTI)) 및 Farinograph quality number의 값을 5회 반복 측정하여 계산된 평균값을 사용하였다.

7. Alveogram 측정

Alveogram 특성분석에 사용된 기기는 Alveograph(NG, Chopin Co. France)이었고 실험방법은 다음과 같이 하였다(Bollain C & Collar C 2004). 체로 친 강력분 250±0.5 g을 대조구로 하였고 이 강력분의 수분함량에 맞추어 2.5%의 NaCl 용액을 넣고 배합을 시작하는데, 반죽 온도는 24℃, resting chamber 온도는 25℃로 하였다. 반죽 판을 5개 준비하여 배합 시작 후 8분이 지난 다음 초기 반죽의 1 cm를 잘라 반죽판 위에 직각으로 올려 놓고 롤러로 9~12회 정도 눌러 반죽을 균일한 두께가 되도록 하여 resting room에 반죽을 순서대로 넣었다. Alveograph의 공기 방출 판의 중앙에 반죽을 넣고 tamper를 닫은 다음 ring과 외곽 ring을 돌려 잠그고, tamper와 ring을 직각으로 들어낸 후 공기를 주입하면 만들어진 반죽이 팽창한도에 이르렀을 때 파괴되는데 이때 alveolink에 P_{max} (반죽의 변형에 필요한 최대 저항력과 관계되는 압력), L_{mm} (팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성), $G(2.22 \sqrt{L}$, 팽창 지표), W (반죽 탄력에 대한 저항성)값이 표시되며, 본 실험에서는 각각의 값을 5회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

〈Table 1〉 Formulas for pan bread with color barley powder

(Unit : g)

Ingredient	Color barley powder content				
	Control	CB 5	CB 10	CB 15	CB 20
Bread flour	100	95	90	85	80
Color barley powder	0	5	10	15	20
Egg	10	10	10	10	10
Butter	7	7	7	7	7
Sugar	7	7	7	7	7
Yeast	4	4	4	4	4
Milk	3	3	3	3	3
Salt	2	2	2	2	2
Yeast food	1	1	1	1	1
Water	50	50	50	50	50

CB 0 - Content of color barley powder 0%
 CB 5 - Content of color barley powder 5%
 CB 10 - Content of color barley powder 10%
 CB 15 - Content of color barley powder 15%
 CB 20 - Content of color barley powder 20%

8. Amylograph 측정

Amylograph(ASG6, Brabender, Germany)는 AACC 방법(22-10)에 따라 65 g의 시료(14%검량 기준)를 450 mL 증류수에 현탁시켜 bowl에 넣고 bowl의 회전속도를 75 rpm으로 조정했다. 현탁액은 1분간 1.2℃의 비율로 30℃에서 95℃까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 50℃로 냉각시키면서 호화 온도(pasting temperature), 최고 점도(peak viscosity), 최고점도온도(peak viscosity temperature), 최종점도(final viscosity), breakdown 및 setback 값을 5회 측정하여 그 평균값과 표준편차를 사용하였다.

9. 비용적과 굽기 손실을 측정

유색보리 분말 첨가 식빵의 비용적은 구운 식빵을 1시간 방냉 시킨 후에 loaf volumeter(loaf volumeter, National Cereal Chemistry Equipment, USA)에 좁쌀을 사용한 종자 치환법으로 측정한다. 제품의 부피를 굽기 후 중량으로 나눈 값을 비용적으로 측정하고 5회 반복하여 평균값과 표준편차를 사용하여 다음 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Specific loaf volume(mL/g)} = \frac{\text{volume of baked loaf}}{\text{weight of baked loaf}}$$

유색보리 분말 첨가 식빵의 굽기 손실률(baking loss)은 굽기 전 반죽의 중량을 측정하고, 구운 뒤 1시간 후에 제품의 중량을 측정하여 그 차이를 생지의 중량으로 나눈 값으로 5회 반복 측정하고, 평균값과 표준편차를 사용하여 다음 식

에 의해 산출하였다.

$$\text{Baking loss(\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100$$

a = 분할 생지 중량(g)

b = 굽기 후 제품 중량(g)

10. 색도 측정

유색보리 분말 첨가 식빵의 색도 측정은 색도 색차계(Minolta, CR-300 Japan)를 사용하여 식빵의 중앙 부분(crumb)을 원통형(3 cm×3 cm)으로 잘라 측정하였으며, 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값을 5회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 이 때 standard plate 값은 X=94.50, a=0.3032, b=0.3193이었다.

11. Texture 측정

유색보리 분말 첨가 식빵의 texture 특성은 texture analyser(CTA plus, Lloyd Co, England)를 사용하여 식빵의 중앙 부분(crumb)을 원통형(3 cm×3 cm)으로 잘라 원통형 probe를 이용하여 측정하였으며, 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 5회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 이 때 texture analysis의 측정 조건은 <Table 2>와 같다.

12. 기호도 검사

유색보리 분말 첨가 식빵의 기호도 검사는 경주대학교 외식조리학부 학생 중 본 실험에 관심이 있고 식별 능력이 있는 40명(22.38±1.51세, 여

<Table 2> Measurement conditions for texture analyser

Measurement	Condition
Sample width	30 mm
Sample height	30 mm
Test mode and option	T.P.A
Test speed	100 mm/min
Compression	30%
Trigger type	Auto
Probe	30 mm

자 26명, 남자 14명)을 선정하고 이들에게 실험의 목적과 평가 방법을 인지시킨 후 실시하였다. 기호도 평가는 7점 척도법(1은 매우 나쁘다, 4는 보통, 7은 매우 좋다)으로 평가하였고 측정항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 촉촉한 정도(moistness), 부드러운 정도(softness), 씹힘성(chewiness), 전반적인 기호도(overall acceptability)를 표시하도록 하였다.

13. 통계 처리

각 실험에서 얻은 결과는 SAS(SAS 1998) 통계 package를 사용하여 전체 시료에 대한 차이의 유의성을 분산분석(ANOVA)으로 분석하였고, 각 시료간의 차이를 Duncan의 다범위 검증(Duncan's multiple range test)으로 5%범위($p < 0.05$) 내에서 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반 성분 측정 결과

유색보리 분말의 일반성분 분석 결과는 <Table 3>과 같다. 유색보리 분말의 수분함량은 9.35%, 조단백은 9.37%, 조지방은 1.64%, 조회분은 2.96%로 나타났다. 유색보리 육성계통의 이화학적 특성(Choi JS et al 2006) 연구에서 수분 8.4%, 조단백 9.8%, 조지방 2.4%, 조회분 2.0%로 나타났는데, 이는 본 실험과 다소 다른 결과가 나타났다. 이와 같은 결과 차이는 보리의 품종, 재배 지역의 토양이나 재배 방법, 또는 기후 조건이나 경작 년도의 작황에 따라 구성 성분이 다르기 때문으로 생각된다.

2. 식이섬유와 β -glucan 측정 결과

유색보리 분말의 식이섬유 분석 결과는 <Table

4>와 같다. 유색보리 분말의 수용성 식이섬유 함량은 3.21 g/100 g, 불용성 식이섬유 함량은 4.91 g/100 g, 총 식이섬유 함량은 8.12 g/100 g으로 나타났다. 국내산 맥류의 식이섬유 조성 및 이들 추출물의 점성 비교(Lee YT 2001) 연구에서 수용성 식이섬유 5.39 g, 불용성 식이섬유 4.26 g, 총 식이섬유 9.65 g으로 나타났고 도정 및 가열 중 보리의 식이섬유 함량 변화(Lee WJ 1992) 연구에서 수용성 식이섬유 5.5 g, 불용성 식이섬유 4.8 g, 총 식이섬유 10.3 g로 나타났다. 이는 본 연구의 유색보리 분말의 수용성 식이섬유 함량은 3.21 g/100 g, 불용성 식이섬유 함량은 4.91 g/100 g, 총 식이섬유 함량은 8.12 g/100 g과 다소 다른 결과가 나타났다. 이와 같은 결과 차이는 위의 일반성분과 같이 보리의 품종, 재배 지역의 토양, 기후 조건 및 경작 년도에 따라 구성 성분이 다르기 때문이고 또한 도정 과정에서 도정의 방법과 도정의 정도 차이라고 생각된다.

유색보리 분말의 β -glucan 측정 결과는 <Table 4>와 같다. 유색보리 분말의 β -glucan 함량은 49.31 mg/g으로 나타났다. 보리와 귀리의 β -glucans 및 가공에 의한 용해성의 변화(Lee YT 1996) 연구에서 쌀보리의 β -glucan 함량은 50.7 mg, 찰보리의 β -glucan 함량은 39.4 mg, 메보리의 β -glucan 함량은 32.7 mg로 나타났고, 찰성 및 메성 쌀보리의 β -glucan Gum의 특성 비교(Sung JE et al 1999) 연구에서는 쌀보리의 β -glucan 함량은 46 mg, 찰보리의 β -glucan 함량은 50 mg로 나타났다. 이는 본 연구의 유색보리 분말의 β -glucan 함량은 49.31 mg/g으로 유사한 결과로 나타났다. 일반적으로 껍질이 없는 쌀보리가 겉보리에 비해 β -glucan 함량이 높고, 겉보리 보다는 찰보리가 β -glucan 함량이 높은 것으로 알려져 있다(Kim MK & Paek JE 1997).

<Table 3> Proximate composition of color barley powder

(Unit: %)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Color barley powder	9.35	9.37	1.64	2.96

〈Table 4〉 Dietary fiber and β-glucan contents of color barley powder

Sample	Soluble (g/100 g)	Insoluble (g/100 g)	Total Dietary fiber(g/100 g)	β-glucan (mg/g)
Color barley powder	3.21	4.91	8.12	49.31

3. 전자공여능과 총 페놀성 화합물 함량 측정 결과

유색보리 분말의 DPPH radical 소거활성 분석 결과는 <Table 5>와 같다. 유색보리 분말의 DPPH radical 소거능은 56.76%로 나타났다. 울무, 보리, 미강 유기용매 추출물의 항산화능과 포도당 및 지방산 대사에 미치는 영향(Park TS et al 2009) 연구에서 찰보리 분말의 DPPH radical 소거능은 36.4 mg/%로 본 연구와 다소 차이를 나타냈고, 한국산 쌀보리의 산지별 항산화성 비교 분석(Hwang SH 2011) 연구에서 쌀보리 분말의 DPPH radical 소거능은 전북지역 쌀보리 66.83 mg%, 전남지역 쌀보리 77.03 mg%, 경남지역 쌀보리 66.17 mg/%로 나타났다. 이는 본 연구의 검정보리 분말의 DPPH radical 소거능은 56.76%로 결과 차이를 보였는데 보리의 종류, 재배 지역의 토양 및 기후에 따라 구성 성분의 차이를 나타낸 것으로 생각된다.

유색보리 분말의 총 페놀 함량 분석 결과는 <Table 5>와 같다. 유색보리 분말의 총 페놀 함량은 234.34 mg/100 g으로 나타났다. 페놀성 화합물과 폴리페놀 산화효소가 보리식품의 변색에 미치는 영향과 개선 방향(Baik BK & Park EY 2010) 연구에서 쌀보리의 총 페놀 함량은 360 mg, 찰보리의 총 페놀 함량은 440 mg, 걸보리의 총 페놀 함량은 350 mg으로 본 연구와 다소 차이를 나타냈고, 계통별 유색 보리의 항산화효과(Song ES et al 2005) 연구에서 쌀보리의 총 페놀 함량은 164 mg, 걸보리의 총 페놀 함량은 240 mg, 유색보리

의 총 페놀 함량은 283 mg로 나타났는데, 이는 본 연구의 유색보리 분말의 총 페놀 함량은 234.34 mg/100g과 유사한 결과가 나타났다.

4. Farinograph 측정 결과

Farinograph은 30℃에서 반죽할 때 생기는 가소성(plasticity)과 흐름성(mobility)을 측정하여 반죽의 강도, 반죽의 수분 흡수율, 반죽 형성시간, 반죽 안정도, 반죽 파괴시간 등을 알 수 있어 제빵에서 반죽의 적성을 판단하는 기준이 된다(송재철 1995).

유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵 반죽의 farinograph 분석 결과는 <Table 6>과 같다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵 반죽의 consistency는 대조군이 588.98 F.U.로 가장 높게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 consistency는 감소하여 5% 첨가군에서 572.59 F.U., 10% 첨가군에서 550.57 F.U., 15% 첨가군에서 512.28 F.U., 20% 첨가군에서 483.02 F.U.로 낮게 나타났다. Water absorption은 대조군이 65.15%로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 water absorption은 감소하여 5% 첨가군에서 64.04%, 10% 첨가군에서 63.31%, 15% 첨가군에서 62.40%, 20% 첨가군에서 62.36%로 낮게 나타났다. Development time은 대조군이 8.33 min.으로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 development time는 감소하여 5% 첨가군에서 7.57 min., 10% 첨가군에서 6.89min., 15% 첨가군에서 6.12 min., 20% 첨가군에서 5.27 min.으로 낮게 나타났다. Stability는 대조군이

〈Table 5〉 DPPH free radical scavenging activity and total phenolic contents of color barley powder

Sample	DPPH free radical scavenging activity(%)	Total phenolic compound (mg/100 g)
Color barley powder	56.76	234.34

16.41 min., 5% 첨가군에서 16.31 min., 10% 첨가군에서 15.90 min., 15% 첨가군에서 15.81 min., 20% 첨가군에서 15.64 min.으로 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다. Time to breakdown은 대조군이 1013.01 sec.로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 time breakdown는 감소하여 5% 첨가군에서 947.54 sec., 10% 첨가군에서 835.99 sec., 15% 첨가군에서 791.71 sec., 20% 첨가군에서 744.70 sec.로 낮게 나타났다. Tolerance index는 대조군이 22.64 F.U.로 낮게 나타났고 첨가량이 증가할수록 tolerance index는 증가하여 5% 첨가군에서 29.27 F.U., 10% 첨가군에서 34.57 F.U., 15% 첨가군에서 42.69 F.U., 20% 첨가군에서 51.48 F.U.로 높게 나타났다. 이는 홍국 발효액종이 식빵반죽의 레올로지 특성에 미치는 영향(Kim YE et al 2011)에서 consistency는 다소 다른 결과가 나타났으나 development time, stability 및 time breakdown은 홍국 발효액종 첨가량이 증가할수록 감소하고 tolerance index는 증가한다는 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 밀가루의 수분 흡수율은 사용된 밀의 품종, 밀가루 단백질의 함량과 손상전분의 함량 등에 의해 영향을 받으며 제과, 제빵 제품의 품질에 있어서 중요한 인자로 작용하며 반죽 혼합시 첨가되는 수분함량이 증가하면 빵의 수분함량도 높아져 빵의 노화를 지연시키게 된다(Yook HS et al 2000). 반죽 형성시간은 단백질의 함량과 산, 소금에 영향을 받으며 산이나 소금을 첨가하면 반죽할 때 밀가루 단백질이 단단

하게 변성되므로 반죽 형성시간이 길어지게 된다. 반죽 형성시간이 길어 질수록 제빵 적성이 좋은 밀가루이고 반죽하는 동안 글루텐이 잘 형성되고 일직선으로 정렬되어 가스를 잘 포집할 수 있게 되기 때문이다(Rasper VF 1992).

5. Alveogram 측정 결과

유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵 반죽의 alveogram 분석 결과는 <Table 7>과 같다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵 반죽의 overpressure P값은 대조군이 136.55 mm로 높게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 overpressure P는 감소하여 5% 첨가군에서 118.10 mm, 10% 첨가군에서 107.12 mm, 15% 첨가군에서 98.06 mm, 20% 첨가군에서 90.63 mm로 가장 낮게 나타났다. Extensibility L값은 대조군이 92.12 mm로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 extensibility L값은 감소하여 5% 첨가군에서 76.07 mm, 10% 첨가군에서 66.88 mm, 15% 첨가군에서 60.03 mm, 20% 첨가군에서 54.32 mm로 낮게 나타났다. Swelling index G값은 대조군이 26.02 mm로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 swelling index G값은 감소하여 5% 첨가군에서 22.12 mm, 10% 첨가군에서 18.80 mm, 15% 첨가군에서 14.78 mm, 20% 첨가군에서 10.17 mm로 낮게 나타났다. Deformation energy W값은 대조군이 $481.38 \times 10^{-4} \text{J}$ 로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 deformation energy W값은 감소하여 5% 첨가

<Table 6> Farinogram parameters of dough with different quantity of color barley

Color barley powder	Consistency (F.U.)	Water absorption (%)	Development time (min.)	Stability (min.)	Time breakdown (sec.)	Tolerance index (MTI) (F.U.)
0	588.98±1.53 ^{a1)}	65.15±0.13 ^a	8.33±0.25 ^a	16.41±0.45 ^a	1013.01±5.07 ^a	22.64±1.07 ^c
5	572.59±7.13 ^b	64.04±0.25 ^b	7.57±0.31 ^b	16.31±0.31 ^a	947.54±6.87 ^b	29.27±0.52 ^d
10	550.57±5.00 ^c	63.31±0.17 ^c	6.89±0.11 ^c	15.90±0.62 ^a	835.99±18.12 ^c	34.57±2.42 ^c
15	512.28±0.26 ^d	62.40±0.23 ^d	6.12±0.11 ^d	15.81±0.11 ^a	791.71±7.52 ^d	42.69±0.86 ^b
20	483.02±4.51 ^e	62.36±0.40 ^d	5.27±0.15 ^e	15.64±0.34 ^a	744.70±6.89 ^e	51.48±1.32 ^a
F-value	138.27 ^{***}	63.82 ^{***}	103.56 ^{***}	1.46 [*]	366.60 ^{***}	196.38 ^{***}

¹⁾Mean±S.D. * p<0.05 *** p<0.001

^{abcde}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

군에서 $428.44 \times 10^4 \text{J}$, 10% 첨가군에서 $382.56 \times 10^4 \text{J}$, 15% 첨가군에서 $331.35 \times 10^4 \text{J}$, 20% 첨가군에서 $295.96 \times 10^4 \text{J}$ 로 낮게 나타났다. 최 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(Han GS et al 2013) 연구에서 overpressure P, extensibility L, swelling index G, deformation energy W값은 최 분말 첨가량이 증가할수록 감소한다는 유사한 경향을 나타냈다. 이는 밀가루 대비 유색보리 분말이 증가함에 따라 유색보리 분말이 글루텐 형성을 저해하고 글루텐을 희석하는 효과를 가져와 반죽의 신장성이 낮아지고 제품의 부피를 작게 하는 것으로 생각된다.

6. Amylograph 측정 결과

유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵 반죽의 amylograph 분석 결과는 <Table 8>과 같다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵 반죽의 pasting temp. T값은 대조군이 74.12°C로 낮게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 pasting temp.는 증가하여 5% 첨가군에서 75.64°C, 10% 첨가군에서 76.52°C, 15% 첨가군에서 78.31°C, 20% 첨가군에서 78.74°C로 가장 높게 나타났다. Peak viscosity P값은 대조군이 252.91 B.U.로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 peak viscosity는 감소하여 5% 첨가군에서 240.55 B.U., 10% 첨가군에서 236.63 B.U., 15% 첨가군에서 230.55 B.U., 20% 첨가군에서 224.37 B.U.로 낮게 나타났다. Hot past viscosity H값은 대조군이 163.07 B.U.로 높게 나타

났고 첨가량이 증가할수록 hot past viscosity H값은 감소하여 5% 첨가군에서 155.32 B.U., 10% 첨가군에서 150.77 B.U., 15% 첨가군에서 144.25 B.U., 20% 첨가군에서 140.55 B.U.로 낮게 나타났다. Final viscosity F값은 대조군이 89.84 B.U., 5% 첨가군에서 89.23 B.U., 10% 첨가군에서 88.86 B.U., 15% 첨가군에서 88.30 B.U., 20% 첨가군에서 88.12 B.U.로 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. Breakdown P-H 값은 대조군이 258.17 B.U.로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 breakdown 값은 감소하여 5% 첨가군에서 250.98 B.U., 10% 첨가군에서 246.05 B.U., 15% 첨가군에서 238.62 B.U., 20% 첨가군에서 230.62 B.U.로 낮게 나타났다. Setback F-H값은 대조군이 95.23 B.U., 5% 첨가군에서 95.06 B.U., 10% 첨가군에서 94.92 B.U., 15% 첨가군에서 94.81 B.U., 20% 첨가군에서 94.07 B.U.로 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 흑미 첨가가 바게트의 품질 특성에 미치는 영향(Lim JK et al 2003) 연구에서 흑미 첨가량이 증가할수록 peak viscosity는 감소하고 peak viscosity, hot past viscosity, final viscosity는 감소한다는 유사한 경향을 나타냈다. Amylograph는 amylase의 힘을 측정하는 방법으로 예전부터 사용한 일종의 점도계이며 일정속도(1.5°C/min)로 온도가 상승할 때, 시료의 점도 변화를 나타내는 것으로 전분의 질과 양, 효소의 활성도, 발효 부산물과 pH에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Kim SK 1979).

<Table 7> Alveogram parameters of dough with different quantity of color barley

Color barley powder	Overpressure P (mm)	Extensibility L (mm)	Swelling index, G (mm)	Deformation energy, W (10 ⁻⁴ ×J)
0	136.55±2.50 ^{a1)}	92.12±1.70 ^a	26.02±0.68 ^a	481.38±7.68 ^a
5	118.10±1.99 ^b	76.07±2.02 ^b	22.12±0.03 ^b	428.44±4.93 ^b
10	107.12±1.57 ^c	66.88±1.41 ^c	18.80±0.37 ^c	382.56±6.26 ^c
15	98.06±1.68 ^d	60.03±0.79 ^d	14.78±0.48 ^d	331.35±0.97 ^d
20	90.63±0.56 ^e	54.32±0.82 ^e	10.17±0.27 ^e	295.96±4.08 ^e
F-value	307.59 ^{***}	322.41 ^{***}	632.51 ^{***}	588.81 ^{***}

¹⁾Mean±S.D. *** p<0.001

^{abcde}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test

<Table 8> Amylograph parameters of dough with different quantity of color barley

Color barley powder	Pasting temp T(°C)	Peak viscosity P(B.U.)	Hot past viscosity H(B.U.)	Final viscosity F(B.U.)	Breakdown P-H (B.U.)	Setback F-H (B.U.)
0	74.12±0.82 ^{d1)}	252.91±6.68 ^a	163.07±2.49 ^a	89.84±9.13 ^a	258.17±1.23 ^a	95.23±3.71 ^a
5	75.64±0.53 ^c	240.55±0.52 ^b	155.32±1.07 ^b	89.23±0.66 ^a	250.98±0.68 ^b	95.06±1.14 ^a
10	76.52±0.33 ^b	236.63±1.73 ^b	150.77±0.56 ^c	88.86±1.19 ^a	246.05±0.26 ^c	94.92±0.48 ^a
15	78.31±0.12 ^a	230.55±0.44 ^c	144.25±1.00 ^d	88.30±1.44 ^a	238.62±0.87 ^d	94.81±0.19 ^a
20	78.74±0.33 ^a	224.37±1.31 ^d	140.55±0.62 ^c	88.12±0.83 ^a	230.62±0.54 ^c	94.72±0.22 ^a
F-value	46.53 ^{***}	35.13 ^{***}	132.32 ^{***}	0.85 [*]	554.83 ^{***}	5.15 [*]

¹⁾Mean±S.D. *p<0.05 ***p<0.001

^{abcde}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

7. 비용적과 굽기 손실을 측정 결과

유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 비용적 측정 결과는 <Table 9>와 같다. 유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 비용적은 대조군이 1474.28 mL/g으로 높게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 비용적은 감소하여 5% 첨가군에서 1433.62 mL/g, 10% 첨가군에서 1392.58 mL/g, 15% 첨가군에서 1353.05 mL/g, 20% 첨가군에서 1304.61 mL/g으로 낮게 나타났다. 콩식이 섬유를 첨가한 식빵의 이화학적 및 품질 특성(Lee MH et al 2012) 연구에서도 콩식이 섬유 첨가량이 증가할수록 비용적은 감소하는 유사한 결과를 나타냈다. 비용적이 큰 제품일수록 가볍고 팽창도 잘 되어 제품이 부드러운 반면에 비용적이 작은 제품은 빵의 기공이 조밀하고 견고해 팽창이 잘 되지 않아 식감이 거친 제품이 된다(김성곤 등 1999). 식빵의 부피는 반죽 상태, 단백질(글루텐)의 양과 질, 수분 흡수율, 발효에 의하여 가스 생성력과 보유력의 차이 때문에 부피가 달라진다. 본 실험에서 유색보리 첨가량이 증가함에 따라 비용적이 줄어든 것은 부재료인 유색보리 첨가량이 증가하면서 반대로 밀가루의 양이 줄고 글루텐 함량도 같이 줄어 반죽 내 망상구조 형성이 어려워진다. 따라서 수분 흡수율, 발효 정도가 줄어 반죽의 상태가 좋지 않아져 가스 생성력과 보유력이 약해져 나타난 결과로 생각된다(Kim JK et al 2013).

유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 굽기

손실을 측정 결과는 <Table 9>와 같다. 유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 굽기 손실률은 대조군이 4.28%로 높게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률은 감소하여 5% 첨가군에서 4.03%, 10% 첨가군에서 3.84%, 15% 첨가군에서 3.65%, 20% 첨가군에서 3.51%로 낮게 나타났다. 고구마 분말을 첨가하여 제조한 dinner roll의 품질특성 연구(Mo EK et al 2013)에서 대조군에서 10.92%, 2.5% 첨가군에서 10.47%, 5%는 9.14%로 고구마 분말 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률은 감소하는 유사한 결과를 나타냈고, 파프리카 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(Choi SN et al 2012) 연구에서 대조군에서 8.46%, 2.5% 첨가군에서 8.23%, 5%는 8.07%, 7.5%는 7.71%, 10%는 6.62%로 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률은 감소하는 유사한 결과를 나타냈다. 굽기 손실은 반죽이 열에 의해 부풀어지고 반죽 내 기공에서 수분과 휘발성 물질의 기화에 의해 나타나는 현상으로 배합률, 굽는 온도와 시간, 제품의 형태에 따라 영향을 받는다(Lee JH et al 2007). 유색보리 식빵의 굽기 손실률이 감소한 것은 유색보리에 함유되어 있는 식이섬유가 반죽 내 수분을 흡착하는 작용으로 인하여 수분흡착력이 커져 유색보리 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 감소한 것이다(Yoon SB et al 2007).

<Table 9> Specific loaf volume and baking loss of pan bread with various amounts of color barley powder

Color barley powder	Specific loaf volume(mL/g)	Baking loss(%)
0	1474.28±104.77 ^{a1)}	4.28±2.98 ^a
5	1433.62±166.56 ^b	4.03±6.57 ^b
10	1392.58±122.89 ^c	3.84±4.85 ^c
15	1353.05±27.91 ^d	3.65±5.80 ^d
20	1304.61±98.60 ^e	3.51±4.82 ^e
F-value	0.529 ^{**}	0.400 ^{***}

¹⁾Mean±S.D. ^{**}p<0.01 ^{***}p<0.001

^{abcd}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

8. 색도 측정 결과

유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 색도 측정 결과는 <Table 10>과 같다. 유색보리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 L값은 대조군이 67.20으로 높게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하여 5% 첨가군에서 65.89, 10% 첨가군에서 63.41, 15% 첨가군에서 59.13, 20% 첨가군에서 56.65로 낮게 나타났다. a값은 대조군이 -1.73으로 낮게 나타났고 첨가량이 증가할수록 a값은 증가하여 5% 첨가군에서 -1.49, 10% 첨가군에서 -1.24, 15% 첨가군에서 -1.03, 20% 첨가군에서 -0.69로 높게 나타났다. b값은 대조군이 10.50으로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 b값은 감소하여 5% 첨가군에서 10.27, 10% 첨가군에서 10.04, 15% 첨가군에서 9.73, 20% 첨가군에서 9.41로 낮게 나타났다.

찰흑미분 첨가 식빵의 저장기간별 이화학적 특성변화(Kim WM & Lee YS 2011) 연구에서 L값은 대조군에서 66.87, 10% 첨가군에서 52.11, 20%는 40.03, 30%는 27.76, 40%는 12.61로 찰흑미분 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하는 유사한 결과를 나타냈고, a값은 대조군에서 -2.66, 10% 첨가군에서 2.26, 20%는 5.21, 30%는 5.84, 40%는 9.04로 찰흑미분 첨가량이 증가할수록 a값은 증가하는 유사한 결과를 나타냈고, b값은 대조군에서 8.08, 10% 첨가군에서 5.90, 20%는 5.65, 30%는 5.18, 40%는 6.24으로 찰흑미분 첨가량이 증가할수록 b값은 감소하는 유사한 결과를 나타냈다. 자색 고구마가루 첨가량에 따른 머핀의 품질 특성(Ko SH & Seo EO 2010) 연구에서 자색 고구마가루 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고, a값은 증가하고, b값은 감소하는 유사한



<Fig. 1> Internal view of the pan bread with different levels of color barley powder

<Table 10> Hunter's color value of pan bread with various amounts of color barley powder

Color barley powder	L	a	b
0	67.20±2.60 ^{a1)}	-1.73±0.36 ^c	10.50±0.88 ^a
5	65.89±2.67 ^{ab}	-1.49±0.10 ^d	10.27±0.26 ^b
10	63.41±1.29 ^b	-1.24±1.60 ^c	10.04±0.59 ^c
15	59.13±2.54 ^c	-1.03±0.17 ^b	9.73±0.44 ^d
20	56.65±3.17 ^d	-0.69±0.25 ^a	9.41±0.51 ^e
F-value	6.144 ^{***}	5.008 ^{***}	1.466 ^{**}

¹⁾Mean±S.D. **p<0.01 ***p<0.001

^{abcde}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

결과를 나타냈다. 이와 같은 결과는 유색보리에 함유된 안토시아닌 색소에 의한 것으로 유색보리 첨가량이 증가할수록 식빵의 색이 짙어지는 것으로 사료되며 선행연구에서도 안토시아닌이 풍부한 찹쌀미와 자색 고구마의 안토시아닌 성분의 첨가량이 증가할수록 명도, 황색도가 감소하고 적색도는 증가하는 것과 유사한 결과를 나타냈다 (Hwang ES & Lee YJ 2013).

9. Texture 측정 결과

유색보리 분말을 첨가한 식빵의 texture 측정 결과는 <Table 11>과 같다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵의 경도는 대조군이 0.61로 낮게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 경도는 증가하여 5% 첨가군에서 0.72, 10% 첨가군에서 0.78, 15% 첨가군에서 0.88, 20% 첨가군에서 0.97로 높게 나타났다. 경도에 영향을 미치는 요인으로는 빵의 부피와 수분함량, 반죽 발효할 때 기공의 발달 등이 있는데 반죽 내에 기공이 잘 발달된 제품일수록 부피가 크고 부드러워져 경도가 낮아진다

고 한다(Lee YT & Chang HG 2003). 응집성은 대조군이 1.61로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 응집성은 감소하여 5% 첨가군에서 1.60, 10% 첨가군에서 1.58, 15% 첨가군에서 1.56, 20% 첨가군에서 1.52로 낮게 나타났다. 응집성이 높은 제품일수록 씹을 때 부스러져 가루의 형태로 되는 특성보다는 덩어리를 형성하여 씹을 때 느낌을 좋게 하는 특성 때문에 좋은 제품이 된다고 보고되고 있다(Onyango C et al 2011). 탄력성은 대조군이 24.33으로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 탄력성은 감소하여 5% 첨가군에서 23.67, 10% 첨가군에서 23.03, 15% 첨가군에서 22.13, 20% 첨가군에서 20.14로 낮게 나타났다. 점착성은 대조군이 0.31로 낮게 나타났고 첨가량이 증가할수록 점착성은 증가하여 5% 첨가군에서 0.41, 10% 첨가군에서 0.43, 15% 첨가군에서 0.49, 20% 첨가군에서 0.59로 높게 나타났다. 씹힘성은 대조군이 6.02로 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 씹힘성은 감소하여 5% 첨가군에서 5.24, 10% 첨가군에서 5.08, 15% 첨가군에서 4.00, 20% 첨가

<Table 11> Texture of pan bread with various amounts of color barley powder

Color barley powder	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
0	0.61±0.07 ^{c1)}	1.61±0.06 ^a	24.33±0.18 ^a	0.31±0.05 ^d	6.02±0.41 ^a
5	0.72±0.26 ^d	1.60±0.16 ^a	23.67±0.12 ^{ab}	0.41±0.09 ^c	5.24±0.77 ^{ab}
10	0.78±0.25 ^c	1.58±0.07 ^{ab}	23.03±0.20 ^b	0.43±0.11 ^c	5.08±0.81 ^b
15	0.88±0.26 ^b	1.56±0.09 ^b	22.13±0.38 ^b	0.49±0.10 ^b	4.00±0.89 ^c
20	0.97±0.10 ^a	1.52±0.01 ^c	20.14±0.09 ^c	0.59±0.02 ^a	3.17±0.17 ^d
F-value	0.905 ^{***}	0.510 ^{**}	3.610 ^{***}	1.047 ^{**}	0.956 ^{***}

¹⁾Mean±S.D. **p<0.01 ***p<0.001

^{abcde}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

군에서 3.17로 낮게 나타났다. 식빵의 texture에서 탄력성과 응집성은 높을수록 제품의 품질이 좋고 경도와 점착성은 낮을수록 제품의 품질이 향상되는 것으로 보고되고 있다(Tong Q et al 2010). 돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성(Suh KH & Kim KH 2014) 연구에서 돼지감자 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 점착성은 증가하고 탄력성은 감소하는 유사한 결과를 나타냈고, 새송이버섯 분말을 첨가한 식빵의 발효특성(Lee JY et al 2009) 연구에서 새송이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 점착성은 증가하고 응집성과 탄력성은 감소하는 유사한 결과를 나타냈다.

10. 기호도 검사 결과

유색보리 분말을 첨가한 식빵의 기호도 검사 측정 결과는 <Table 12>와 같다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵의 색은 대조군이 5.21로 높게 나타났고 유색보리 분말 첨가량이 증가할수록 색은 감소하여 5% 첨가군에서 5.16과 10% 첨가군에서 5.10, 15% 첨가군에서 4.93, 20% 첨가군에서 4.67로 가장 낮게 나타났다. 향은 대조군이 4.43으로 낮게 나타났고 첨가량이 증가할수록 향은 증가하여 5% 첨가군에서 4.67, 10% 첨가군에서 4.82, 15% 첨가군에서 5.09, 20% 첨가군에서 5.12로 높게 나타났다. 맛은 10% 첨가군이 5.16으로 가장 높게 나타났고, 5% 첨가군이 5.04와 15% 첨가군이 5.03, 대조군이 4.96, 20% 첨가군이 4.67 순으로 낮게 나타났다. 촉촉함은 대조군이 5.11로 가

장 높게 나타났고, 5% 첨가군이 5.08과 10% 첨가군이 5.01, 15% 첨가군이 4.89, 20% 첨가군이 4.65 순으로 낮게 나타났다. 부드러움은 5% 첨가군이 5.04, 10% 첨가군이 5.04, 대조군이 5.03으로 유의적 차이는 없이 높게 나타났고, 15% 첨가군이 4.87과 20% 첨가군이 4.76으로 낮게 나타났다. 씹힘성은 대조군이 5.05, 10% 첨가군이 5.04, 5% 첨가군이 5.03으로 유의적 차이는 없이 높게 나타났고, 15% 첨가군이 4.74와 20% 첨가군이 4.62로 낮게 나타났다. 전반적인 기호도는 10% 첨가군이 5.04로 가장 높게 나타났고, 대조군이 4.99, 5% 첨가군이 4.98로 유의적 차이 없이 10% 첨가군 다음으로 높게 나타났고, 15% 첨가군이 4.79, 20% 첨가군이 4.43 순으로 낮게 나타났다. 맛, 부드러움, 씹힘성에서 10% 첨가군이 가장 높은 결과로 전반적인 기호도도 10% 첨가군이 가장 높은 결과를 나타냈다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 기능성 물질이 함유된 유색보리 분말을 첨가한 식빵을 제조하여 유색보리 식빵 반죽과 식빵의 특성을 대조군과 비교하여 분석하였고 유색보리 분말은 밀가루 대비 0, 5, 10, 15 및 20%로 제조하여 측정하였다.

유색보리 분말의 수분함량은 9.35%, 조단백은 9.37%, 조지방은 1.64%, 조회분은 2.96%로 나타났고, 수용성 식이섬유는 3.21 g/100 g, 불용성 식

<Table 12> Sensory characteristics of pan bread with various amounts of color barley powder

Characteristics	Color barley powder(%)					F-value
	0	10	20	30	40	
Color	5.21±1.27 ^{a1)}	5.16±1.16 ^{ab}	5.10±0.99 ^{ab}	4.93±1.15 ^b	4.67±1.31 ^c	2.181 ^{***}
Flavor	4.43±1.69 ^d	4.67±1.39 ^c	4.82±1.39 ^b	5.09±1.26 ^{ab}	5.12±1.66 ^a	1.013 ^{***}
Taste	4.96±1.06 ^c	5.04±1.34 ^b	5.16±1.10 ^a	5.03±1.60 ^b	4.67±1.69 ^d	0.982 ^{**}
Moistness	5.11±1.47 ^a	5.08±1.11 ^{ab}	5.01±1.20 ^{ab}	4.89±1.27 ^b	4.65±1.32 ^c	0.970 ^{***}
Softness	5.03±1.56 ^a	5.04±0.94 ^a	5.04±1.02 ^a	4.87±1.16 ^b	4.76±1.17 ^b	1.379 ^{***}
Chewiness	5.03±1.24 ^a	5.03±0.94 ^a	5.04±1.04 ^a	4.74±1.30 ^b	4.62±1.62 ^b	0.792 ^{***}
Overall acceptability	4.99±1.09 ^b	4.98±1.31 ^b	5.04±0.91 ^a	4.79±1.40 ^c	4.43±1.36 ^d	0.746 ^{***}

¹⁾Mean±S.D. ** p<0.01 *** p<0.001

^{abcde}Means in a raw by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

이섬유는 4.91 g/100 g, 총 식이섬유는 8.12 g/100 g으로 나타났고, β -glucan 함량은 49.31 mg/g으로 나타났고, DPPH radical 소거능은 56.76%로 나타났고, 총 페놀 함량은 234.34 mg/100g으로 나타났다.

유색보리 분말을 첨가한 식빵 반죽의 farinograph 측정 결과 consistency, water absorption, development time, time breakdown은 첨가량이 증가할수록 감소하였고, stability는 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 유의적 차이는 없었고, tolerance index는 첨가량이 증가할수록 증가하였다. Alveogram 측정 결과 overpressure P값, extensibility L값, swelling index G값, deformation energy W값은 첨가량이 증가할수록 감소하였다. Amylograph 측정 결과 pasting temp. T값은 첨가량이 증가할수록 증가하였고, peak viscosity P값, hot past viscosity H값, breakdown P-H 값은 첨가량이 증가할수록 감소하였고, final viscosity F값, setback F-H값은 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

유색보리 분말을 첨가한 식빵의 굽기 손실률은 4.28~3.51%로 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 비용적은 1474.28~1304.61 mL/g으로 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 유색보리 분말 첨가한 식빵의 색도 L값은 67.20~56.65로 첨가량이 증가할수록 감소하였고, a값은 -1.73~-0.69로 첨가량이 증가할수록 증가하였고, b값은 10.50~9.41로 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 유색보리 분말 첨가한 식빵의 texture 경도는 0.61~0.97로 첨가량이 증가할수록 증가하였고, 응집성은 1.61~1.52로 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 탄력성은 24.33~20.14로 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 점착성은 0.31~0.59로 첨가량이 증가할수록 증가하였고, 씹힘성은 6.02~3.17로 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 유색보리 분말 첨가한 식빵의 기호도 색은 대조군이 5.21로 높게 나타났고, 향은 20% 첨가군이 5.12로 높게 나타났고, 맛은 10% 첨가군이 5.16으로 높게 나타났고,

촉촉함은 대조군이 5.11로 높게 나타났고, 부드러움은 5%, 10% 첨가군이 5.04로 높게 나타났고, 씹힘성은 10% 첨가군이 5.04로 높게 나타났고, 전반적인 기호도는 10% 첨가군이 5.04로 가장 높게 나타났다.

위의 연구 결과에서 유색보리 분말 첨가 식빵의 최적의 배합비는 10% 첨가군이 가장 좋은 것으로 나타났고, 영양적으로 우수한 기능성을 가진 유색보리를 이용한 제과제빵 제품 개발 가능성과 유색보리 수요 촉진에 기여 할 것으로 기대한다.

한글 초록

본 연구에서는 기능성 물질이 함유된 유색보리와 유색보리 분말을 첨가한 식빵 반죽 및 식빵을 제조하여 이화학적, 관능적 특성을 첨가량을 달리하여 측정하였다. 유색보리 분말의 수분함량은 9.35%, 조단백은 9.37%, 조지방은 1.64%, 조회분은 2.96%로 나타났다. 수용성 식이섬유 함량은 3.21 g/100 g, 불용성 식이섬유 함량은 4.91 g/100 g, 총 식이섬유 함량은 8.12 g/100 g으로 나타났고, β -glucan 함량은 49.31 mg/g으로 나타났다. DPPH radical 소거능은 56.76%로 나타났고, 총 페놀 함량은 234.34 mg/100g으로 나타났다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵 반죽의 farinograph 측정 결과 consistency, water absorption, development time, time breakdown은 첨가량이 증가할수록 감소하였고, tolerance index는 첨가량이 증가할수록 증가하였다. Alveogram 측정 결과 overpressure P 값, extensibility L값, swelling index G값, deformation energy W값은 첨가량이 증가할수록 감소하였다. Amylograph 측정 결과 pasting temp. T 값은 첨가량이 증가할수록 증가하였고, peak viscosity P값, hot past viscosity H값, breakdown P-H 값은 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 유색보리 분말을 첨가한 식빵의 굽기 손실률, 비용적은 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 색도 L값, b값은

첨가량이 증가할수록 감소하였고, a값은 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 유색보리 분말 첨가한 식빵의 texture 경도, 점착성은 첨가량이 증가할수록 증가하였고, 응집성, 탄력성, 씹힘성은 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 기호도는 맛, 부드러움, 씹힘성은 10% 첨가군이 높게 나타났고, 전반적인 기호도도 10% 첨가군이 5.04로 가장 높게 나타났다.

참고문헌

- 김성곤, 조남지, 김영호 (1999) 제과제빵과학. 비앤씨월드, 서울. pp 87-94.
- 석문호 (2010) 보리의 식품학적 특성. 한국식품연구원, 서울. pp 303.
- 송재철 (1995) 식품물성학. 울산대학교 출판부, 울산. pp 1301-1306.
- AACC (2000) Approved method of American Association of Cereal Chem. 10th. ed., Association. St. Paul. MN USA.
- AOAC (1995) Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official. USA.
- Baik BK, Park EY (2010) Implication of phenolic compounds and polyphenol oxidase to barley food discoloration. *Food Science and Industry*. 43(3): 48-54.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Bollain C, Collar C (2004) Dough viscoelastic response of hydrocolloid/enzyme/surfactant blends assessed by uni-and bi-axial extension measurements. *Food hydrocolloids* 18: 499-507.
- Choi JS, Park SJ, Joung YM, Kim JG, Won MH, Kang MH (2006) Physicochemical properties of breeding lines of colored Barleys. *Korean J Crop Sci* 51: 125-132.
- Choi SN, Kim HJ, Chung NY (2012) Quality characteristics of bread added with paprika powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28(6): 839-846.
- Folin O, Denis W (1915) A colorimetric method for determination of phenols(phenol derivatives) in urine. *Journal of Biological Chemistry* 22: 305-308.
- Han GS, Hwang SY, Rho SJ (2013) Quality characteristics of white bread with arrowroot powder. *J East Asian Soc Dietary life* 23(6): 778-788.
- Hwang ES, Lee YJ (2013) Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8): 1220-1226.
- Hwang SH (2011) Analytical comparison of antioxidative properties of hullness barley grown from different regions in Korea. MS Thesis Sookmyung Women's University, Seoul. pp 50-52.
- Ju HW, An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of bread added with black garlic powder. *Korean J Culinary Research* 16(4): 260-273.
- Ju WT, Min KS, Park RD (2003) Characteristics of pigments extracted from grains colored barley. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46(4): 338-343.
- Kalra S, Jood S (2000) Effect of dietary barley β -glucan on cholesterol and lipoprotein fractions in rats. *J Cereal Sci* 31: 141-145.
- Kim JK, Kim YH, Oh JC, Yu HH (2012) Optimization of white pan bread preparation via addition of purple barley flour and olive oil by response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(12): 1813-1822.
- Kim JK, Kim YH, Oh JC, Yu HH (2013) Optimization of white pan bread preparation by addition of black barley flour and olive using response surface methodology. *Korean J*

- Food Sci Technol* 45(2): 180-190.
- Kim KH, Hwang HR, Yun MH, Jo JE, Kim MS, Yook HS (2009) Quality characteristics of pound cakes prepared with flowering cherry fruit powder during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(7): 926-934.
- Kim MJ, Park JC, Hyun JN, Kim JT, Kim SL (2012) Malting and brewing quality of colored barley. *Korean J Crop Sci* 57(1): 16-21.
- Kim MK, Paek JE (1997) Effects of dietary fibers in rice and barley on lipid and Cadmium Metabolism in the Rat. *Korean Journal of Nutrition* 30(3): 252-265.
- Kim SK (1979) Physicochemical studies on the hard and soft wheats flours. *Korean J Food Sci Technol* 11(1): 13-17.
- Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, Marston PE (1978) Rheological and baking studies of composite flour Wheat and Naked Barley. *Korean J Food Sci Technol* 10(1): 247-251.
- Kim WM, Lee YS (2011) Physicochemical characteristics of loaf bread added with waxy black rice flour by storage period. *Korean J Culinary Research* 17(1): 248-258.
- Kim YE, Paik HD, Kim SY, Lee JH, Lee SK (2011) Effects of liquid broth cultured with red koji on the rheological properties of white pan bread dough. *Korean J Sci Technol* 43(2): 235-239.
- Ko SH, Seo EO (2010) Quality characteristics of muffin containing purple colored sweetpotato powder. *J East Asian Soc Dietary life* 20(2): 272-278.
- Konczak I, Zhang W (2004) Anthocyanins-more than nature's colors. *J Biomed Biotechnol* 5: 239-240.
- Kumar A, Pant P, Basu S, Rao G, Khanna HD (2006) Oxidative stress in neonatal hyperbilirubinemia. *Journal of Tropical Pediatrics* 53(2): 95-102.
- Lee CH, Kim JJ, Kwon J, Youn Y, Kim YS (2013) Instant gruel from colored barley and oats for improving diabetic conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(6): 885-891.
- Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS (2007) Quality characteristics of sponge cake added with mesangi powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23(1): 83-89.
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ (2009) Fermentation characteristics of bread added with pleurotus eryngii powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(6): 757-765.
- Lee MH, Byun JB, Kim SK, Choi YS (2012) The Physicochemical and quality properties of the bread added with soy fiber powder. *Korean J Culinary Research* 18(1): 1-14.
- Lee SJ, Paik JE, Han MR (2008) Effect of xylitol on bread properties. *Korean J Food & Nutr* 21(1): 56-63.
- Lee WJ (1992) Changes in dietary fiber content of barley during pearling and cooking. *Korean J Food Sci Technol* 24(2): 180-182.
- Lee YT (1996) β -glucans in Barley and Oat and their changes in solubility by processing. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 39(6): 482-487.
- Lee YT (2001) Dietary fiber composition and viscosity of extracts from domestic Barley, Wheat, Oat, and Rye. *Korean J Food & Nutr* 14(3): 233-238.
- Lee YT, Chang HG (2003) Effects of waxy and normal hullless barley flour on bread-making properties. *Korean J Food Sci Technol* 35: 918-923.
- Lim JK, Park IK, Kim YH, Kim SD (2003) Effect of pigmented rice on the quality characteristics

- of baguette. *J East Asian Soc Dietary life* 13(2): 130-135.
- Mo EK, Kim SM, Jegal SA, Choi YS, Song CS, An SL, Lee MH, Sung CK (2013) Quality characteristics of dinner roll added with lyophilized sweet potato powder and its effect on the blood glucose level. *Korean J Food Sci Technol* 45(1): 40-46.
- Nozaki K (1986) Current aspect and future condition of phytogetic antioxidants. *Fragrance J* 6: 99-106.
- Onyango C, Mutungi C, Unbehend G, Lindhauer MG (2011) Modification of gluten-free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice strach. *LWT-Food Sci Technol* 44: 681-686.
- Park SM, Choi YM, Kim HM, Jeong HS, Lee JS (2011) Antioxidant content and activity in methanolic extracts from colored barley. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1043-1047.
- Park TS, Lee SY, Kim HJ, Kim KT, Kim YJ, Jeong IH, Do WN, Lee HJ (2009) Extracts of adlay, barley and rice bran have antioxidant activity and modulate fatty acid metabolism in Adipocytes. *Korean J Food & Nutr* 22(3): 456-462.
- Rasper VF (1992) Dough rheology and physical testing of dough. *Advances in baking technology*, USA. pp 107-110.
- SAS (1998) SAS user's guide. Version 6.03, SAS Institute. Cary, NC. USA.
- Song ES, Park SJ, Woo NRA, Won MH, Choi JS, Kim JG, Kang MH (2005) Antioxidant capacity of colored barley extracts by varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34(10): 1491-1497.
- Suh KH, Kim KH (2014) Quality characteristics of sponge cake added with helianthus tuberosus powder. *J East Asian Soc Dietary life* 24(1): 126-135.
- Sung JE, Lee YT, Seog HM, Kim YS, Ko YS (1999) Characteristics of β -glucan gums from normal and Waxy Hull-less barleys. *Korean J Food Sci Technol* 31(3): 644-650.
- Tong Q, Zhang X, Wu F, Tong J, Zhang P, Zhang J (2010) Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Res Int* 43: 2284-2288.
- Yook HS, Kim YH, Ahn HJ, Kim DH (2000) Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian tunic. *Korean J Food Sci Technol* 32: 387-395.
- Yoon SB, Hwang SY, Chun DS, Kong SK, Kang KO (2007). An investigation of the characteristics of sponge cake with ginseng powder. *Korean J Food Nutr* 20(1): 20-26.

2014년 03월 12일 접수

2014년 06월 10일 1차 논문수정

2014년 06월 30일 2차 논문수정

2014년 07월 20일 3차 논문수정

2014년 08월 10일 논문게재확정