

국내산 전립분을 첨가한 식빵의 품질 특성

송영광¹ · 황윤경² · 이희태² · 안혜령^{2*}

¹후양과자점, ²수원여자대학교 제과제빵과

Quality Characteristics of Pan Bread with the Addition of Korean Whole Wheat Flour

Young-Kwang Song¹, Yoon-Kyung Hwang², Hee-Tae Lee² and Hye-Lyung An^{2*}

¹Rouen Bakery, ²Dept. of Baking Science & Art, Suwon Women's College, Suwon 445-890, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the effect of Korean whole wheat flour making pan bread. Korean whole wheat flour was mixed with flour at the level of 10% (WHF10), 20% (WHF20), 30% (WHF30), 40% (WHF40) and 50% (WHF50) in order to make bread. According to mixogram, the CON (control), WHF10, WHF20, WHF30, WHF40, except WHF50 were found to be proper between 3 and 5 min. in terms of peak time. CON and WHF10 for peak value were at the level of over 60%. By increasing the ratio of Korean whole wheat flour, the pH, dough fermentation rate, volume, specific volume and moisture content were decreased, and gumminess, cohesiveness and hardness except springiness, were increased for storage days. In the crumbScan analysis, the addition of Korean whole wheat flour decreased the volume and increased the crumb fineness of pan bread. In the sensory evaluation, WHF30 showed good preference in the aspect of flavor, taste and overall acceptance, but was not significant between WHF20. CON scored the highest points in volume, specific volume, moisture content and texture, but was not significant between WHF20.

Key words : Korean whole wheat flour, pan bread, mixograph, TPA, crumbScan, sensory evaluation.

서 론

밀은 구조적으로 배아, 배유 및 겨층으로 구성되어 있으며, 밀가루 제분 시 배아와 겨층은 제거되어 배유부분이 밀가루로 이용된다(장 등 2002). 전립분은 밀 전체를 밀가루로 만든 것으로 제분수율이 100%가 되며, 일반적으로 밀가루의 제분수율은 72% 정도이다(조 등 2011). 제분수율이 높을수록 겨층이나 배아가 많이 혼입되어 색상이 어둡고 품질이 낮으며(과우학원 2011), 겨층이나 배아부분에 섬유질이나 회분이 다량 함유되어 있다(조 등 2000). 밀은 탄수화물 70~74%, 단백질 10~14%, 지질 1.9~2.3%와 나이아신, 티아민, 리보플라빈 등의 비타민류가 함유된 식품이다(Lee et al 2001, Kim et al 2007). 밀의 배유 부분은 주로 전분 및 단백질로 구성되어 있고, 배아는 지방 및 비타민 B₁, E가 다량 함유되어 있으며, 겨층에는 소화 흡수율이 낮은 섬유소가 풍부하다(Kim et al 1996, Roh et al 2001). 그러므로 전립분의 경우에는 보통 밀가루에 부족하기 쉬운 무기질, 지방질, 섬유소, 필수 아미노산 일부 및 비타민이 들어 있어 영양학적으로 우수

한 식품이다(Kim YH 1996). 건강식품을 위한 기능적인 면을 추구한다면 밀의 바깥층을 약간 함유하고 있는 밀가루나 전립분을 사용하는 것이 좋으며(이광석 2010), 최근에는 소비자들의 건강빵에 대한 요구가 증가하여 흰 빵보다는 건강한 이미지를 주는 짙은 색의 검은 빵을 더 선호하는 소비 형태로 변화하고 있다(Kim et al 1996). 게다가 소비자들의 건강과 기능성 식품에 대한 관심이 증가하여 제빵 연구 분야에서도 기능성 재료를 첨가한 제품의 품질 특성에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 감귤과피(Lee et al 2012), 신안섬초(시금치)(Ko et al 2013), 산사(Song et al 2012), 파프리카(Choi et al 2012), 자색고구마(Lee & Park 2011), 전식(Jeon & Kim 2010) 분말을 첨가한 연구 등 다수가 있다. 보통 밀가루에 비해 영양소가 풍부한 전립분에 대한 연구는 전립분 첨가 빵의 품질과 제빵 과정 중 phytic acid 변화(Kim YH 1996), 전립분 첨가 반죽의 물리적 특성(Kim et al 1996), 전립분 첨가 시 빵생지의 물성 및 이스트의 가스 발생력에 미치는 영향(Roh et al 2001) 등이 있으나, 모두 수입산 전립분을 첨가한 연구이며, 국내산 밀가루를 이용한 연구는 국산밀로 제조한 제과·제빵의 품질(김 과 최 2000), 한국산 소맥의 제빵적성(Lim & Noh 1997), 국산밀을 이용한 white layer

* Corresponding author : Hye-Lyung An, Tel : +82-31-290-8946, Fax : +82-31-290-8924, E-mail : ahl@swc.ac.kr

cake(Kim *et al* 2002), 천년초 선인장 분말을 첨가한 우리밀 식빵(Kim *et al* 2007), 송화가루를 첨가한 우리밀 식빵(Lee *et al* 2001), 우리밀을 이용한 sourdough starter 특성(An *et al* 2009), 국내산 밀가루를 이용한 sourdough 발효식빵(An & Lee 2009), 국내산 밀가루를 이용한 사워중 분말 첨가 식빵(An & Lee 2012) 등으로 국내산 밀가루의 활용도나 이용률을 높이기 위한 것이 있으나, 전립분이 아닌 국내산 밀가루에 관한 연구로 국한되어 있다. 전립분 만으로 빵을 제조할 경우, 반죽의 글루텐 조직이 잘 발달하지 않아 가스 보유력은 떨어져 팽창이 나쁘게 되며, 결국 상품 가치가 떨어지는 제품이 된다(Roh *et al* 2001). 따라서 본 연구에서는 국내산 밀가루에 국한을 두지 않고 다양한 연구를 위해 국내산 전립분 첨가 시 반죽의 물리적 특성과 제빵 적성을 통해 전립분 최적의 첨가량을 도출하고, 제빵 분야의 활용도를 높여 국내산 전립분의 이용율을 높이고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 재료는 강력밀가루(1등급 코끼리표, 대한제분), 설탕(큐원, (주)삼양사), 이스트(생이스트, 제니코), 마가린(프리미엄 나폴레옹-골드, 한국 하인즈), 탈지분유(서울우유), 소금(한주소금), 제빵 개량제(S-500, 퓨레투스)를 사용하였으며, 국내산 전립분은 동아원에 의뢰하여 제공받았다.

2. 실험방법

1) 일반성분 분석

강력밀가루와 전립분의 수분은 105℃에서 상압가열 건조

법, 조회분은 550℃ 직접 회화법, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조섬유는 AOAC 법(AOAC 1995)으로 정량하였다.

2) 식빵의 제조

전립분 식빵의 제조는 예비실험 결과에서 50% 이상 첨가 시, 대조구에 비해 견고성이 높아져 거친 식감과 짙은 색으로 인한 거부감으로 인해 강력밀가루에 비하여 전립분을 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%로 첨가하여 제조하였다. 제조 공정은 직접 반죽법으로 하였고, 배합비는 Table 1에 나타내었다.

실험 환경의 일관성을 위하여 실내온도는 항상 23℃를 유지하였으며, 유지를 제외한 모든 재료를 반죽기(NVM-12, 대영공업사, 한국)에 넣고 저속에서 2분간 반죽한 후, 유지를 넣고 중속으로 10분간 반죽하여 반죽의 종료 시점에서의 반죽온도를 27±1℃로 하여 반죽을 완료하였다. 1차 발효는 온도 32±1℃, 상대습도 80~85%의 발효실(EP-20, 대영공업사, 한국)에서 60분간 실시하였으며, 1차 발효 후에 반죽을 450 g으로 분할하여 표면이 마르지 않도록 비닐을 덮어 10분간 실내 온도에서 중간발효를 하였다. 성형은 산형 형태로 말아 식빵 틀(21.5 × 9.7 × 9.5 cm)에 넣어 팬닝하였으며, 2차 발효는 온도 38±1℃, 상대습도 85~90%의 발효실(EP-20, 대영공업사, 한국)에 45분간 발효시킨 다음 윗불 185℃, 밑불 180℃로 미리 예열된 전기식 3단 데크오븐(FDO-7103, 대영공업사, 한국)에서 30분간 구웠다. 구워진 식빵은 팬에서 바로 꺼내어 냉각팬에 놓고 실온에서 1시간 냉각한 후, 폴리프로필렌(polypropylene) 봉지에 담아 실온에 보관하여 24시간이 경과한 다음 실험에 사용하였다.

3) 믹소그래프를 통한 반죽의 특성

Table 1. Formula of pan bread with Korean whole wheat flour

(g)

| Ingredients | CON ¹⁾ | WHF10 ²⁾ | WHF20 ³⁾ | WHF30 ⁴⁾ | WHF40 ⁵⁾ | WHF50 ⁶⁾ |
|--------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Strong flour | 1,600 | 1,440 | 1,280 | 1,120 | 960 | 800 |
| Korean whole wheat flour | 0 | 160 | 320 | 480 | 640 | 800 |
| Water | 960 | 960 | 960 | 960 | 960 | 960 |
| Salt | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Sugar | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| Margarine | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Non-fat dry milk | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Bread improver | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Yeast | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |

¹⁾ Group without Korean whole wheat flour.

³⁾ Group mixed with 20% Korean whole wheat flour.

⁵⁾ Group mixed with 40% Korean whole wheat flour.

²⁾ Group mixed with 10% Korean whole wheat flour.

⁴⁾ Group mixed with 30% Korean whole wheat flour.

⁶⁾ Group mixed with 50% Korean whole wheat flour.

국내산 전립분의 첨가량에 따른 밀가루 반죽의 제빵 적성을 알아보기 위하여 mixograph(9T51B0508, Nathonal Mfg. Co., USA)를 사용하였다. 믹소그래프 spring 장력은 12번에 맞췄으며, 시료는 AACC method 54-40(AACC 1995)에 의해 밀가루 10 g과 물 6.2 g을 첨가하였고, 전립분은 밀가루 기준 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%를 사용하였다. 반죽 시간은 10분으로 하여 얻은 믹소그램으로 peak time, peak value, mixing tolerance, 8분 후의 width와 integral value를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

3) 반죽의 pH 측정

반죽의 표면에 직접 탐침봉을 꽂아서 측정하는 surface electrode method(Miller *et al* 1994)를 사용하였다. 국내산 전립분의 첨가량을 달리하여 반죽한 직후와 1차 발효 후에 탐침봉을 반죽 표면으로부터 5 cm 깊이로 꼽고, 정확히 5초 후에 pH 미터기(720A, Orion, USA)로 상온에서 3회 반복 측정하였다.

4) 반죽의 발효율 측정

식빵 반죽의 발효율을 측정하기 위하여 반죽 직후에 대조구, 실험군으로 전립분을 밀가루 기준 10%, 20%, 30%, 40%, 50%를 첨가한 것을 각각 30 g 씩을 채취하여 250 mL 메스 실린더에 넣어 1차 발효 온도 $32 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 80~85%의 발효실(EP-20, 대영공업사, 한국)에서 매 30분마다 발효율을 측정하였고, 더 이상의 변화가 없는 시점인 150분까지 팽창된 반죽의 높이를 부피(mL)로 하여 발효율을 나타내었다.

5) 식빵의 비용적 측정

식빵의 부피는 종자 치환법으로 측정하였고, 식빵의 무게를 측정한 다음 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 하여 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

6) 식빵의 조직감 측정

국내산 전립분의 첨가량을 달리한 식빵의 조직감은 texture analyzer(TA-XT2i, Stable micro systems, England)를 이용한 TPA(texture profile analysis)로 측정하였다. 측정조건은 probe 36 mm cylinder, test speed 1.7 mm/sec, distance 4 mm, trigger 5 g으로 하였다. 측정할 식빵은 12.5 mm 두께로 슬라이스 하였고, 슬라이스한 식빵의 가장 양호한 가운데 두 조각을 겹쳐서 25 mm 두께로 하여 사용하였다. 2회 연속 압착하였을 때 얻어지는 force-time curve로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess)을 제조 1일, 2일 후와 3일 후에 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

7) 영상분석

식빵의 영상분석은 crumbScan 프로그램(American Institute of Baking/Devore Systems, USA)을 이용하여 12.5 mm의 두께로 슬라이스한 식빵의 왼쪽부터 1번에서 15번까지의 번호를 부여하여 빵의 가장 중앙 부분인 8번째의 단면을 측정하였다. 분석 결과의 객관성과 정확성을 높이기 위해 한 구획에서 10% 이상 어둡거나(intensity=0.1) 크기가 500 pixels(size=500) 이상으로 나타난 기공들은 성형의 실수로 설정하였고, 구획간의 중복률은 10%(overlap=0.1)로 하였으며, 이를 통해 기공의 조밀도, 기공의 찌그러짐과 껍질의 두께를 구하였다.

8) 식빵의 수분 함량 측정

수분 함량은 수분 측정기(MB 45, OHAUS, USA)의 할로겐 방식(120°C , A60)으로 제조 1일 후, 식빵의 속질 1 g 씩을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

9) 식빵의 색도 측정

식빵의 색도는 12.5 mm 두께로 절단한 식빵의 중앙 부위를 chromameter(JC801, Color techno system Co. Ltd., Japan)를 사용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 하였고, 이때 사용된 백색판의 L: 93.77, a: -1.05, b: 1.16이었다.

10) 관능검사

국내산 전립분을 첨가한 식빵의 관능검사는 수원여자대학교 제과제빵과 학생 20명을 관능검사 요원으로 선정하여 실시하였다. 관능검사 항목은 외관(appearance), 색(color), 질감(texture), 향(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)로 6가지의 특성에 대한 점수를 7점 척도로 7점은 매우 좋아한다, 6점은 좋아한다, 5점은 약간 좋아한다, 4점은 좋지도 싫지도 않다, 3점은 약간 싫어한다, 2점은 싫어한다, 1점은 매우 싫어한다(Bennion & Bamford 1997)로 하였다.

11) 통계처리

결과 처리는 SPSS 12.0 program을 사용하였으며, one-way ANOVA를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 각 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 강력밀가루와 국내산 전립분의 일반성분

본 실험에 사용한 강력밀가루와 국내산 전립분의 일반성분 결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 강력밀가루 11.51%,

국내산 전립분 10.64%로 강력밀가루가 높았으며, 단백질 함량은 밀가루 13.47%, 국내산 전립분 12.93%로 수입밀인 강력밀가루에 비해 국내산 전립분의 단백질 함량이 낮았다. 회분 함량은 강력밀가루 0.46%, 국내산 전립분 1.37%로 강력밀가루에 비해 국내산 전립분이 약 3배 정도 높았으며, 섬유소도 강력밀가루 0.12%, 국내산 전립분 10.48%로 강력밀가루에 비해 국내산 전립분에서 약 75배 정도 높게 측정되었다. 회분과 섬유소는 밀의 외피나 배아부분에 다량 함유되어 강력밀가루로 제조한 식빵에 비해 전립분을 첨가하여 제조한 식빵에 각종 무기질과 섬유소가 풍부할 것으로 보여진다.

2. 믹소그래프를 통한 반죽의 특성

국내산 전립분의 첨가량에 따른 식빵 반죽의 형성에 미치는 영향 및 반죽 내구성과 특성 측정 결과는 Table 3과 같다. Peak time은 대조구가 4.38 min이며, 국내산 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50(2.81 min)을 제외한 모든 시료는 3~5분 사이에 있어 제빵적성에 적합하였으며, 전립분 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하였다($p<0.001$). Peak value는 대조구(66.39%)와 실험군 중에서 전립분 첨가량이 가장 적은 WHF10(62.77%)이 60% 이상으로 제빵적성에 적합하였고, 이를 제외한 실험군은 전립분의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.001$). Mixing tolerance는

대조구가 2.51로 가장 낮아 반죽의 내구성이 가장 좋은 것으로 나타났으며($p<0.001$), 국내산 전립분의 첨가량이 증가할수록 값이 높아져 반죽의 내구성이 낮았고, 대조구와 WHF10(2.78)은 유의적인 차이가 없었다. 이는 An & Lee(2009)의 연구에서 대조구에 비해 단백질 함량이 적은 우리밀을 첨가한 실험군 반죽의 내구성이 낮아졌음을 보고하였고, Jeon *et al*(2010)의 울금 분말과 Ju *et al*(2010)의 흑마늘 분말 첨가량이 증가할수록 반죽의 내구성이 낮아져 본 실험과 동일한 결과를 보였다. 반죽이 시작되고 나서 8분 후의 상태는 대조구가 13.87%, WHF10 13.18%, WHF20 11.93%, WHF30 11.41%, WHF40 11.01%, WHF50 9.94%로 전립분의 첨가가 많을수록 반죽이 약하고 질어지는 것을 볼 수 있었고($p<0.01$), 대조구와 WHF10과 유의적인 차이는 없었다. 전립분의 첨가량이 증가할수록 반죽내구성이 낮고 단백질 함량이 적어 제빵적성에 부적합한 것으로 나타났다. Koh BK(1999)의 연구에서 국내산 밀의 반죽 물성은 매우 약하며, 경질맥으로서의 단백질 함량은 충분하나, 수입산 강력밀가루와 같은 경질맥의 성질에 미치지 못하므로 반죽의 안정성이 약하다고 보고하였다. Integral은 최적의 반죽상태에 필요한 힘의 양으로 대조구(199.12)가 가장 많은 힘이 필요하며, WHF10(190.28)과는 유의적인 차이가 없었고, 전립분 첨가량이 증가할수록 integral이 감소하여 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50(122.99)이 가장 적었다($p<0.001$). 이는 An & Lee(2010)의 연구에서 크랜베리 분말 첨가량이 증가할수록 integral이 감소한 것과 같은 결과를 보였다.

Table 2. Compositions of wheat flour and Korean whole wheat flour

| | Moisture (%) | Crude protein (%) | Crude ash (%) | Crude fiber (%) |
|--------------------------|--------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Wheat flour | 11.51 | 13.47 | 0.46 | 0.14 |
| Korean whole wheat flour | 10.64 | 12.93 | 1.37 | 10.48 |

3. 반죽의 pH

전립분 식빵 반죽의 반죽 직후와 1차 발효 후 pH 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 반죽 직후 pH는 대조구(5.68)가 가장 높았으며, WHF10과 WHF20은 대조구와 유의적인 차이가 없

Table 3. Characteristics of dough mixing with Korean whole wheat flour by mixograph

| | Peak time (min) | Peak value (%) | Mixing tolerance (%/min) | Width of tail (%) | Integral (%/min) |
|-------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| CON ¹⁾ | 4.38±0.10 ^e | 66.39±4.98 ^c | 2.51±0.40 ^a | 13.87±1.43 ^d | 199.12±7.72 ^b |
| WHF10 | 4.09±0.08 ^d | 62.77±0.67 ^c | 2.78±0.40 ^{ab} | 13.18±1.96 ^{cd} | 190.28±6.09 ^b |
| WHF20 | 3.35±0.11 ^c | 58.59±2.18 ^b | 3.47±0.40 ^{bc} | 11.93±0.12 ^{bc} | 152.17±31.12 ^a |
| WHF30 | 3.28±0.05 ^c | 55.09±0.58 ^{ab} | 3.97±0.48 ^c | 11.41±0.34 ^{abc} | 150.99±4.97 ^a |
| WHF40 | 3.08±0.06 ^b | 53.01±0.41 ^a | 5.85±0.47 ^d | 11.01±0.58 ^{ab} | 143.14±2.75 ^a |
| WHF50 | 2.81±0.10 ^a | 51.56±0.42 ^a | 8.89±0.20 ^c | 9.94±0.34 ^a | 129.99±8.02 ^a |
| F-value | 145.84 ^{***} | 19.75 ^{***} | 110.81 ^{***} | 5.81 ^{**} | 11.68 ^{***} |

¹⁾ Legends were explained in Table 1, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

었고, 전립분의 첨가량이 증가할수록 pH는 유의적으로 낮아졌다($p<0.001$). 이는 동충하초(Park *et al* 2001), 마늘 분말(Hong & Shin 2008), 가자 분말(Kim & Jeong 2009) 첨가량의 변화가 반죽의 pH에 영향을 주어 산성화되는 것과 같은 결과를 보였다. 1차 발효 후, 식빵반죽의 pH도 반죽 후의 pH와 동일하게 대조구(5.44)가 가장 높았으며, 전립분의 첨가량이 많을수록 pH는 유의적으로 낮아졌다($p<0.001$). 전반적으로 반죽 후의 pH보다 1차 발효 후의 pH가 낮아지는 경향을 보였는데, 이는 발효의 진행에 따라 pH가 저하된 것으로(Jung IC 2006) 본 실험에서 전립분을 첨가한 실험군의 pH가 대조구에 비해 낮은 것은 전립분 첨가가 반죽의 숙성에 영향을 미친 것으로 사료된다. 반죽의 pH가 5.0~5.5일 때 가스 보유력이 가장 좋으며, 이는 빵의 부피에 좋은 영향을 미친다(Kim *et al* 2002). 본 실험의 대조구와 실험군 pH는 5.25~5.44이므로 가스 보유력이 좋은 pH 범위에 있는 것으로 나타났다.

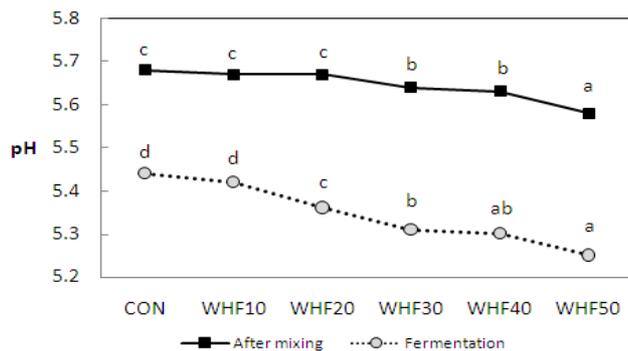


Fig. 1. pH changes of bread dough with Korean whole wheat flour.

¹⁾ Legends were explained in Table 1.

^{a-d} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

4. 발효율 변화

국내산 전립분을 첨가한 반죽의 발효율과 지속성을 알아보기 위하여 예비실험 결과, 발효율의 변화가 없는 시점이 150분이므로 발효율을 150분 동안 측정하였으며, 매 30분마다 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 30분 후, 대조구(44.33 mL) > WHF10(43.17 mL) > WHF20(42.83 mL) > WHF30(39.67 mL) > WHF40(34.67 mL) > WHF50(34.17 mL) 순으로 대조구의 발효율이 가장 좋았으며($p<0.001$), WHF10, WHF20과는 유의적인 차이가 없었다. 60분이 경과하였을 때, 발효율이 전반적으로 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 실험군에 비해 대조구(107.83 mL)의 발효율이 가장 좋았고, 실험군은 전립분 첨가량이 증가할수록 발효율이 유의적으로 낮아졌다($p<0.001$). 90분 후와 120분 후에도 대조구의 발효율이 가장 좋았으며, 전립분 첨가량이 많을수록 발효율이 낮았다. 150분 후, 대조구가 122.17 mL로 120분 후의 발효율과 유사하여 120분 이후의 발효율에 변화가 없었고 대조구를 제외한 실험군의 발효율이 낮았지만 지속적으로 증가하는 것을 볼 수 있었다. 결과적으로 대조구의 발효율이 가장 좋았으며, 전립분 첨가량이 많을수록 발효율이 감소하였으나 대조구에 비해 실험군의 발효 지속성은 좋았다. Roh *et al*(2001)의 연구에서 전립분 첨가량이 증가할수록 가스발생량은 감소하여 본 실험과 동일한 결과를 보여주었다. 앞서 일반성분 결과에서 강력밀가루에 비해 전립분의 단백질 함량이 적은 것에 기인하여 전립분 첨가량이 많을수록 단백질 함량이 감소하여 글루텐의 가스 포집이 원활하게 이루어지지 않은 것으로 보여진다(Jeon *et al* 2010). 이외에 단호박 분말(Bae *et al* 2006), 다시마 가루(Kwon *et al* 2003), 비지 가루(Shin *et al* 2002) 첨가 식빵 연구에서도 대조구에 비해 실험군의 발효율이 감소하였다.

Table 4. Change in volume of pan bread with Korean whole wheat flour

| | 0 min | 30 min | 60 min | 90 min | 120 min | 150 min |
|-------------------|------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| CON ¹⁾ | 30.00±0.00 | 44.33±1.53 ^c | 107.83±1.04 ^d | 117.50±2.50 ^c | 122.50±1.50 ^d | 122.17±1.53 ^c |
| WHF10 | 30.00±0.00 | 43.17±0.76 ^c | 104.83±1.76 ^{cd} | 112.67±2.25 ^b | 113.83±1.26 ^c | 117.67±1.76 ^d |
| WHF20 | 30.00±0.00 | 42.83±1.04 ^c | 100.67±2.08 ^{bc} | 109.50±1.80 ^b | 110.83±1.76 ^{bc} | 115.50±1.32 ^{cd} |
| WHF30 | 30.00±0.00 | 39.67±1.53 ^b | 100.33±2.84 ^b | 108.83±2.02 ^b | 107.00±7.00 ^{ab} | 114.17±1.76 ^c |
| WHF40 | 30.00±0.00 | 34.67±2.52 ^a | 93.67±2.52 ^a | 99.83±2.25 ^a | 105.83±1.76 ^{ab} | 106.83±1.26 ^b |
| WHF50 | 30.00±0.00 | 34.17±1.04 ^a | 91.33±3.21 ^a | 98.33±2.08 ^a | 103.50±2.29 ^a | 104.00±1.00 ^a |
| F-value | | 25.97 ^{***} | 21.68 ^{***} | 35.23 ^{***} | 13.35 ^{***} | 64.95 ^{***} |

¹⁾ Legends were explained in Table 1, ^{***} $p<0.001$.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

5. 비용적

식빵의 부피와 비용적 결과는 Table 5에 나타내었다. 대조구의 부피는 1,865.67 mL로 가장 컸었으며, 본 실험의 경도 측정 결과에서 대조구의 경도가 가장 낮아 빵에 수분 함량이 많고 기공이 잘 발달될수록 부피가 크면서 부드러움이 증가하여 경도가 낮다고 하였다(Bae *et al* 2003). 전립분 첨가량이 증가할수록 실험군의 부피는 유의적으로 감소하였으나($p < 0.05$), WHF10, WHF20, WHF30과는 유의적인 차이가 없었다. 흑미가루(Jung *et al* 2002), 홍삼분말(Kim & Kim 2005), 부추(Jung *et al* 1999), 황기 가루(Min & Lee 2008) 연구에서 첨가물의 증가와 함께 단백질 함량이 감소하여 부피 팽창이 적음으로 인해 실험군의 부피가 감소하였다고 보고하였다. 비용적도 대조구(4.71)가 가장 큰 것으로 측정되었으나, WHF10, WHF20과는 유의적인 차이가 없었으며, 전립분 첨가량이 많을수록 감소하였다($p < 0.05$). 부피와 비용적 결과에서 대조구에 비해 전립분 첨가 실험군의 부피와 비용적이 적었으며, 첨가량이 많을수록 감소하는 것으로 나타났다. 이는 Roh *et al* (2001)와 Kim YH(1996)의 연구에서 전립분 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하는 것과 동일한 결과를 나타내었다.

6. 조직감

식빵의 조직감 측정 결과는 Table 6과 같다. 경도는 제조 1일 후, 대조구(124.87 g) < WHF10(142.07 g) < WHF20(159.80 g) < WHF30(166.13 g) < WHF40(168.53 g) < WHF50(171.03 g) 순으로 대조구가 유의적으로 가장 낮아 부드러웠으며, 전립분 첨가량이 증가할수록 단단하였다($p < 0.001$). 이는 버섯분말(Lee *et al* 2004), 늙은 호박 동결건조분말(Moon *et al* 2004)의 첨가량이 많을수록 경도가 증가하는 것과 동일한 결과를

보였다. 제조 2일 후, 대조구(193.53 g)의 경도가 가장 낮았으나 제조 1일 후와 다르게 WHF10과는 유의적인 차이가 없었고, 전립분의 첨가량이 많을수록 경도가 높았다($p < 0.001$). 제조 3일 후에는 1일 후와 2일 후의 경도와 동일하게 대조구(252.80 g)의 경도가 가장 낮았으며($p < 0.001$), 전립분 첨가량이 증가할수록 경도가 높았고, 시간이 경과할수록 대조구와 실험군의 경도가 유의적으로 높아져 단단하였다($p < 0.001$). 탄력성은 제조 1일 후에 대조구(2.03%)가 가장 높았으며, 대조구와 실험군은 유의적인 차이가 없어 실험군에서의 전립분 첨가량에 따른 탄력성의 차이는 없었다. 제조 2일 후에는 제조 1일 후와 동일하게 전립분 첨가량이 많을수록 감소하였다. 제조 3일 후의 탄력성은 유의적으로 대조구(1.61%) 탄력성이 가장 좋았고, WHF10, WHF20과는 유의적인 차이가 없었다. 시간이 경과함에 따라 탄력성이 낮아졌으며, Bae *et al* (2001)의 연구에서도 시간이 경과하면서 탄력성이 감소하였고, 이는 전분의 노화현상에 기인한 것으로(Hwang *et al* 2001) 사료된다. 대조구와 WHF10의 탄력성은 시간이 경과함에 따라 유의적으로 낮아졌고($p < 0.05$), 이를 제외한 WHF20, WHF30, WHF40, WHF50은 시간의 경과에 따른 유의적인 차이는 없었다. 응집성은 제조 1일 후에 대조구, WHF10, WHF20이 0.78%로 동일하였고, 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50(0.82%)이 가장 높았다($p < 0.01$). 제조 2일 후에 대조구(0.81%)가 가장 낮았고, 전반적으로 전립분 첨가량이 증가할수록 높아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 제조 3일 후에도 제조 2일 후와 동일하게 유의적인 차이가 없었고 전립분 첨가량이 많은 실험군이 높았으며, 시간이 경과할수록 응집성이 높았다. 검성은 제조 1일 후, 대조구(112.08 g)가 가장 낮았으며($p < 0.001$), WHF10 < WHF20 < WHF30 < WHF40 < WHF50 순으로 나타났다. 실험군 중에서 전립분 10%를 첨가한 WHF10을 제외한 실험군 간에는 유의적인 차이가 없었다. 제조 2일 후($p < 0.05$)와 3일 후($p < 0.001$)에도 대조구가 가장 낮았고, 전반적으로 전립분 첨가량이 많을수록 높았으며, 시간이 경과할수록 모든 시료의 검성은 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). Park & Park(2001)의 연구에서도 시간의 경과에 따른 시료의 검성이 증가한다고 보고하였다. 조직감 측정 결과, 대조구의 경도가 가장 낮아 부드러웠으며, 탄력성이 가장 높았고 응집성과 검성이 가장 낮았다. 실험군 중에서는 전립분 첨가량이 가장 적은 WHF10의 경도가 가장 낮고 탄력성은 가장 높았으며, 응집성과 검성이 가장 낮았다. 전립분 첨가량의 증가와 시간의 경과에 따라 경도, 응집성과 검성은 높아졌으며, 탄력성은 낮아졌다. 제조 1일 후와 2일 후에 대조구와 실험군 간 탄력성에서의 유의적인 차이는 없었으며, 제조 3일 후에 유의적인 차이를 보였으나 대조구, WHF10, WHF20은 유의적인 차이는 없었다. 경도도 제조 3

Table 5. Volume and specific volume for pan bread with Korean whole wheat flour

| | Volume (mL) | Specific volume (mL/g) |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------|
| CON ¹⁾ | 1,865.67±29.82 ^c | 4.71±0.07 ^c |
| WHF10 | 1,827.00±70.08 ^{bc} | 4.64±0.19 ^{bc} |
| WHF20 | 1,779.67±49.41 ^{abc} | 4.53±0.13 ^{abc} |
| WHF30 | 1,775.00±48.87 ^{abc} | 4.44±0.13 ^{ab} |
| WHF40 | 1,741.00±38.57 ^{ab} | 4.36±0.09 ^a |
| WHF50 | 1,697.00±37.04 ^a | 4.36±0.12 ^a |
| F-value | 4.80 [*] | 3.79 [*] |

¹⁾ Legends were explained in Table 1, * $p < 0.05$.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Texture profile analysis of pan bread with Korean whole wheat flour during storage

| | | Storage day | | | F-value |
|-----------------|---------|--|---|--|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| Hardness(g) | CON | ^A 124.87±4.51 ^a | ^B 193.53±3.44 ^a | ^C 252.80±14.59 ^a | 150.53 ^{***} |
| | WHF10 | ^A 142.07±8.47 ^b | ^B 195.87±10.93 ^a | ^C 258.80±4.40 ^a | 145.89 ^{***} |
| | WHF20 | ^A 159.80±3.50 ^c | ^B 216.93±4.30 ^b | ^C 280.03±26.59 ^a | 44.13 ^{***} |
| | WHF30 | ^A 166.13±4.34 ^{cd} | ^B 219.70±6.49 ^b | ^C 311.27±23.37 ^b | 79.86 ^{***} |
| | WHF40 | ^A 168.53±2.02 ^{cd} | ^B 220.63±7.07 ^{bc} | ^C 329.57±7.80 ^b | 528.66 ^{***} |
| | WHF50 | ^A 171.03±2.40 ^d | ^B 232.10±3.87 ^c | ^C 332.60±11.07 ^b | 418.23 ^{***} |
| | F-value | 44.97 ^{***} | 16.20 ^{***} | 13.34 ^{***} | |
| Springiness(%) | CON | ^B 2.03±0.03 | ^{AB} 1.82±0.19 | ^A 1.61±0.16 ^c | 6.27 [*] |
| | WHF10 | ^B 1.99±0.08 | ^{AB} 1.73±0.23 | ^A 1.50±0.09 ^c | 8.23 [*] |
| | WHF20 | 1.94±0.22 | 1.73±0.55 | 1.42±0.40 ^{bc} | 1.18 ^{NS} |
| | WHF30 | 1.94±0.19 | 1.71±0.61 | 1.14±0.12 ^{ab} | 3.60 ^{NS} |
| | WHF40 | 1.84±0.45 | 1.65±0.57 | 1.08±0.13 ^{ab} | 2.64 ^{NS} |
| | WHF50 | 1.72±0.63 | 1.48±0.54 | 1.00±0.01 ^a | 1.80 ^{NS} |
| | F-value | 0.32 ^{NS} | 0.17 ^{NS} | 5.29 ^{**} | |
| Cohesiveness(%) | CON | ^A 0.78±0.01 ^a | ^B 0.81±0.02 | ^C 0.85±0.01 | 44.11 ^{***} |
| | WHF10 | ^A 0.78±0.01 ^a | ^B 0.82±0.01 | ^C 0.85±0.01 | 45.17 ^{***} |
| | WHF20 | ^A 0.78±0.02 ^a | ^{AB} 0.82±0.01 | ^B 0.85±0.06 | 3.28 ^{NS} |
| | WHF30 | ^A 0.79±0.01 ^{ab} | ^A 0.82±0.01 | ^B 0.86±0.03 | 10.26 [*] |
| | WHF40 | 0.81±0.01 ^{bc} | 0.83±0.01 | 0.86±0.05 | 2.04 ^{NS} |
| | WHF50 | 0.82±0.00 ^c | 0.84±0.05 | 0.86±0.06 | 0.66 ^{NS} |
| | F-value | 9.29 ^{**} | 0.85 ^{NS} | 0.06 ^{NS} | |
| Gumminess(g) | CON | ^A 112.08±4.57 ^a | ^B 164.58±9.87 ^a | ^C 196.74±10.17 ^a | 74.17 ^{***} |
| | WHF10 | ^A 119.54±6.66 ^b | ^B 167.15±13.75 ^a | ^C 201.07±6.54 ^a | 54.64 ^{***} |
| | WHF20 | ^A 135.29±3.25 ^c | ^B 176.00±3.40 ^a | ^C 238.46±17.15 ^b | 76.90 ^{***} |
| | WHF30 | ^A 136.53±1.88 ^c | ^B 181.10±6.13 ^{ab} | ^C 244.69±15.22 ^b | 97.43 ^{***} |
| | WHF40 | ^A 137.61±2.30 ^c | ^B 183.19±16.84 ^{ab} | ^C 260.88±7.08 ^{bc} | 103.11 ^{***} |
| | WHF50 | ^A 141.63±2.93 ^c | ^B 200.57±15.40 ^b | ^C 279.66±22.52 ^c | 57.36 ^{***} |
| | F-value | 26.78 ^{***} | 3.55 [*] | 15.71 ^{***} | |

¹⁾ Legends were explained in Table 1, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, ^{NS} Not significant.

^{a~d} Means in a column denoted by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

^{A~C} Means in a row denoted by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

일 후에 전반적으로 유의적인 차이를 보였으나 대조구, WHF10, WHF20은 유의적인 차이가 없었다.

7. 영상분석

국내산 전립분 첨가량을 달리한 식빵의 영상분석 결과는 Table 7과 같다. 기공의 조밀도는 대조구가 743.67로 가장 낮았으며, WHF10(746.33) < WHF20(763.67) < WHF30(801.33) < WHF40(807.00) < WHF50(826.33)으로 전립분 첨가량이 증

가할수록 높았으나 전반적으로 유의적인 차이는 없었다. 기공의 조밀도는 속질에 있는 기공의 크기이고, 조밀도가 높아지면 속질의 기공이 조밀한 것이며, 부피가 커짐에 따라 기공의 조밀도는 낮아져서 기공의 크기가 커지는 것이다(Lee KS 2001). 앞서 부피와 비용적 결과에서 전립분 첨가량이 증가할수록 부피와 비용적이 적어짐에 따라 기공의 조밀도가 높아져서 기공의 크기가 작아짐을 알 수 있었다. 기공의 찌그러짐은 기공의 긴축과 짧은 축의 거리를 비교한 것으로 둥근형태가 1.0을 나타내고, 찌그러질수록 수치가 높아진다. 기공의 찌그러짐은 대조구가 1.43으로 가장 컸으며, 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50이 1.30으로 찌그러짐의 정도가 가장 적어 전립분 첨가량이 증가할수록 작아지는 것으로 나타났다($p<0.05$). 겹질의 두께는 대조구(0.42)가 가장 두꺼웠으며, 전립분 첨가량이 많을수록 겹질이 유의적으로 얇아져 WHF10

(0.41) > WHF20(0.40) > WHF30(0.34) > WHF40(0.30) > WHF50(0.27) 순으로 나타났다($p<0.001$). 매생이 분말(An *et al* 2008)과 흑마늘 분말(Ju *et al* 2010)을 첨가한 연구에서도 분말 첨가량이 많을수록 겹질이 얇아지는 것과 동일한 결과를 보여주었다.

8. 수분 함량과 색도

식빵의 수분 함량과 색도 결과는 Table 8과 같다. 수분 함량이 가장 높은 것은 대조구(40.09%)이며, WHF10 > WHF20 > WHF30 > WHF40 > WHF50 순으로 전립분 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하였으나($p<0.01$), 대조구와 WHF10, WHF20은 유의적인 차이가 없었으며, Chun *et al*(2001)의 연구에도 양과분말의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 감소한다고 보고하였다.

L값은 대조구가 74.25로 가장 높았으며, 실험군은 전립분 첨가량이 많을수록 낮아져 WHF50(67.31)이 유의적으로 가장 낮았다($p<0.001$). a값도 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50(5.05)의 수치가 유의적으로 가장 높았으며($p<0.001$), b값 역시 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50(17.86)이 유의적으로 가장 높았다($p<0.001$). Kang *et al*(2008)의 연구에서 밀기울의 혼입이 많아 회분 함량이 높은 밀가루의 a값이 높으며, L값은 낮다고 보고하였고, Chang *et al*(2008)은 미강 첨가량의 증가에 따라 식빵의 색깔이 짙은 갈색을 띄며 L값은 낮아지고, a값과 b값은 높아졌다고 하였다. 전립분은 밀알 그대로 제분하므로 밀기울의 혼입이 많으며 짙은 갈색을 띄고 있어, 본 실험 결과에서도 전립분의 첨가량이 많을수록 L값은 낮았고 a값과 b값은 높았다.

9. 관능검사

국내산 전립분의 첨가량에 따른 식빵의 관능검사 결과는 Table 9에 나타내었다. 외관은 전립분 30% 첨가군 WHF30

Table 7. Characteristics of pan bread with Korean whole wheat flour

| | Fineness | Elongation | Crust thickness (cm) |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| CON ¹⁾ | 743.67±62.69 ^a | 1.43±0.01 ^c | 0.42±0.02 ^e |
| WHF10 | 746.33±36.83 ^a | 1.40±0.06 ^{bc} | 0.41±0.02 ^e |
| WHF20 | 763.67±34.53 ^{ab} | 1.36±0.02 ^{abc} | 0.40±0.03 ^e |
| WHF30 | 801.33±22.03 ^{ab} | 1.33±0.04 ^{ab} | 0.34±0.01 ^b |
| WHF40 | 807.00±38.12 ^{ab} | 1.32±0.08 ^{ab} | 0.30±0.02 ^a |
| WHF50 | 826.33±2.08 ^b | 1.30±0.03 ^a | 0.27±0.01 ^a |
| F-value | 2.58 ^{NS} | 3.31 [*] | 24.83 ^{***} |

¹⁾ Legends were explained in Table 1.

^{*} $p<0.05$, ^{***} $p<0.001$, ^{NS} Not significant.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

Table 8. Moisture contents and color values for pan bread with Korean whole wheat flour

| | Moisture contents (%) | L | a | b |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| CON ¹⁾ | 40.09±0.11 ^d | 74.25±0.34 ^f | 2.44±0.26 ^a | 11.57±0.08 ^a |
| WHF10 | 40.00±0.26 ^{cd} | 72.48±0.25 ^e | 2.98±0.14 ^b | 12.76±0.33 ^b |
| WHF20 | 39.63±0.08 ^{bcd} | 71.55±0.26 ^d | 3.91±0.30 ^c | 14.04±0.24 ^c |
| WHF30 | 39.57±0.21 ^{bc} | 69.13±0.40 ^c | 4.24±0.11 ^{cd} | 15.88±0.35 ^d |
| WHF40 | 39.37±0.42 ^b | 68.16±0.21 ^b | 4.58±0.03 ^d | 16.77±0.02 ^e |
| WHF50 | 38.90±0.26 ^a | 67.31±0.61 ^a | 5.05±0.27 ^e | 17.86±0.32 ^f |
| F-value | 9.10 ^{**} | 160.30 ^{***} | 65.84 ^{***} | 268.75 ^{***} |

¹⁾ Legends were explained in Table 1, ^{**} $p<0.01$, ^{***} $p<0.001$.

^{a-f} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

(6.43)이 유의적으로 가장 좋았으며($p<0.01$), 20% 첨가군, 40% 첨가군 과는 유의적인 차이가 없었고, WHF30 > WHF40 > WHF20 > WHF10 > 대조구 > WHF50 순으로 나타났다. 색은 WHF30(6.43)이 유의적으로 가장 좋았으며($p<0.01$), WHF40 > WHF20 > WHF50 > WHF10 > 대조구 순으로 나타나 대조구에 비해 전립분을 첨가한 실험군의 색을 더 선호하였다. 질감은 대조구가 6.14로 가장 좋았으며($p<0.01$), WHF10, WHF20과는 유의적인 차이가 없었고, 전립분의 첨가량이 증가할수록 싫어하는 것으로 나타났다. 향은 WHF30이 6.00으로 가장 좋았으며, WHF20 > WHF40 > WHF50 > WHF10 > 대조구 순으로 대조구에 비해 전립분을 첨가한 실험군의 향을 더 선호하였다($p<0.01$). 맛에서도 전립분 30% 첨가군 WHF30(6.00)을 가장 좋아하였다. WHF20과 WHF40이 WHF30과는 유의적인 차이는 없었으며, 향에서와 같이 대조구에 비해 전립분을 첨가한 실험군의 향을 더 좋아하였다($p<0.001$). 전체적인 기호도는 전립분 30% 첨가군 WHF30이 6.28로 가장 좋았고($p<0.001$), WHF20과 WHF40과는 유의적인 차이가 없었으며, 전립분을 가장 많이 첨가한 WHF50(3.57)의 기호도가 가장 낮았다. 결과적으로 전립분 30% 첨가군 WHF30이 질감을 제외한 외관, 색, 향, 맛과 전체적인 기호도에서 가장 좋았으며, 질감은 실험군보다 대조구가 좋은 것으로 나타났다. 전반적으로 전립분을 첨가하지 않은 대조구보다 전립분을 첨가한 실험군을 더 선호하였다.

결론

국내산 전립분 첨가량에 따른 반죽의 물성 및 식빵의 품질특성에 대한 결과는 다음과 같다.

믹소그래프에서 peak time은 대조구가 4.38 min, WHF10 4.09 min, WHF20 3.35 min, WHF30 3.28 min, WHF40 3.08

min, WHF 50 2.81 min으로 국내산 전립분 첨가량이 가장 많은 WHF50을 제외한 모든 시료는 3~5분 사이에 있어 제빵적성에 적합하였으며, peak value는 대조구(66.39%)와 실험군 중에서 전립분 첨가량이 가장 적은 WHF10(62.77%)이 60% 이상으로 제빵 적성에 적합하였다. 식빵 반죽의 반죽 직후와 1차 발효 후 pH는 전립분 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 대조구와 실험군의 pH가 5.25~5.44로 가스 보유력이 좋은 pH 범위에 있는 것으로 나타났다. 발효율은 대조구에 비해 실험군이 낮았으며, 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 식빵의 부피와 비용적에서 대조구가 가장 컸으며, 전립분 첨가량이 많을수록 감소하였다. 조직감에서 대조구의 경도가 가장 낮아 부드러웠으며, 탄력성이 가장 높았고 응집성과 검성은 가장 낮게 측정되었다. 실험군에서 WHF10의 경도가 가장 낮고 탄력성이 가장 높았다. 전립분 첨가량의 증가와 시간의 경과에 따라 경도, 응집성과 검성은 높았고 탄력성은 낮았다. 수분함량은 대조구가 가장 많고 전립분 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하였다. 색도는 전립분 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아졌고, a값과 b값은 증가하였다. CrumbScan에서 기공의 조밀도는 부피가 가장 큰 대조구가 가장 낮았으며, 전립분 첨가량이 많을수록 부피가 감소하여 기공의 조밀도는 높아졌다. 관능검사에서 외관과 색은 WHF30이 가장 좋았으며, WHF20과 WHF40과 유의적인 차이는 없었다. 질감은 대조구가 6.14로 가장 좋았고 WHF10과 WHF20과 유의적인 차이는 없었다. 향, 맛과 전체적인 기호도에서는 WHF30이 가장 좋았고, WHF20과는 유의적인 차이가 없었다. 결과적으로 WHF30의 향, 맛과 전체적인 기호도가 가장 좋았으나, WHF20과 유의적인 차이가 없었다. WHF20이 부피, 비용적 및 수분함량이 가장 좋았던 대조구와 유의적인 차이가 없었으며, 시간이 경과할수록 대조구와 경도 및 탄력성에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나, 전립분

Table 9. Sensory evaluation for preference test of bread with Korean whole wheat flour

| | Appearance | Color | Texture | Flavor | Taste | Overall acceptance |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| CON ¹⁾ | 4.28±0.75 ^a | 4.14±0.38 ^a | 6.14±1.07 ^c | 3.71±1.11 ^a | 3.57±0.79 ^a | 4.14±1.46 ^a |
| WHF10 | 4.71±0.75 ^{ab} | 4.43±0.53 ^a | 5.43±0.79 ^{bc} | 4.00±1.00 ^{ab} | 4.28±1.25 ^{ab} | 4.43±0.79 ^{ab} |
| WHF20 | 5.43±0.53 ^{bc} | 5.14±0.38 ^{ab} | 5.00±1.41 ^{abc} | 5.14±0.90 ^{cd} | 5.43±0.97 ^{bc} | 5.43±0.79 ^{bc} |
| WHF30 | 6.43±0.79 ^c | 6.43±0.53 ^c | 4.71±0.49 ^{ab} | 6.00±0.82 ^d | 6.00±0.82 ^c | 6.28±0.75 ^c |
| WHF40 | 5.71±1.25 ^{bc} | 5.71±1.25 ^{bc} | 4.00±0.82 ^a | 5.00±1.00 ^{bcd} | 5.43±0.79 ^{bc} | 5.28±0.6 ^{bc} |
| WHF50 | 4.14±1.46 ^a | 4.86±1.68 ^{ab} | 3.86±1.46 ^a | 4.57±0.97 ^{abc} | 4.28±1.25 ^{ab} | 3.57±1.13 ^a |
| F-value | 5.80 ^{**} | 5.72 ^{**} | 4.63 ^{**} | 5.11 ^{**} | 5.97 ^{***} | 7.08 ^{***} |

¹⁾ Legends were explained in Table 1, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-d} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

20% 첨가군 WHF20을 전립분 최적의 첨가량으로 보아진다. 대조구에 비해 전립분을 첨가한 실험군의 발효율, 부피와 조직감의 측정결과가 낮은 것으로 나타나, 향후 이를 보완할 수 있는 연구가 필요할 것이며, 제빵분야를 비롯한 제과분야에서의 활용도도 아울러 높일 수 있는 연구도 필요할 것으로 사료된다.

문헌

- 김희아, 최용범 (2000) 국산밀 (우리밀)로 제조한 제과·제빵의 품질개선. 순천청암대학 논문집. 24: 235-249.
- 이광석 (2010) 최신제과제빵론. 비앤씨월드, 서울. p 14.
- 장학길, 배중호, 박세만 (2002) 제과제빵재료학. 효일출판사, 서울. p 21.
- 과우학원 (2011) 표준재료과학. 비앤씨월드, 서울. p 119.
- 조남지, 김영호, 김소미, 도중진, 배송환, 신언한, 심창환, 이명호, 정승태, 차옥진, 황윤경 (2000) 제과제빵재료학. 비앤씨월드, 서울. p 55, 63, 64.
- 조병동, 정양식, 김영복, 김승화, 이희태 (2011) 최신제과제빵학. 백산출판사, 서울. p 34.
- AACC (1995) Approved Methods of the AACC, 9th ed. Method 54-40. American Association of Cereal Chemists. St. Paul.
- An HL, Heo SJ, Lee KS (2009) A study on the properties of sourdough starter using Korean wheat. *The Korean Journal of Culinary Research* 5: 37-46.
- An HL, Lee KS (2009) Study on the quality characteristics of pan bread with sourdough starters from added domestic wheat flours. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 996-1008.
- An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of pan bread by the addition of cranberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 697-705.
- An HL, Lee KS, Park SJ (2008) Quality characteristics of white pan bread with *mesangi* (*Capsosiphon fulvecense*). *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 563-568.
- An HL, Lee KS (2009) Study on the quality characteristics of pan bread with sourdough starters from added domestic wheat flours. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 996-1008.
- An HL, Lee KS (2012) Effects of adding sourdough starter powder using Korean wheat flour on the quality of pan bread. *The Korean Journal of Culinary Research* 18: 183-198.
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. pp 69-74.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C (2001) Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. *folium*) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 882-887.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C (2003) Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1124-1128.
- Bae JH, Woo HS, Jung IC (2006) Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 21: 311-318.
- Bennion EB, Bamford GST (1997) The Technology of Cake Making. 6th ed, Blackie Academic & Professional, London. pp 275-286.
- Chang KH, Byun GI, Park SH, Kang WW (2008) Dough properties and bread qualities of wheat flour supplemented with rice bran. *Korean J Food Preserv* 15: 209-213.
- Choi SN, Kim HJ, Chung NY (2012) Quality characteristics of bread added with paprika powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 839-846.
- Chun SS, Park JR, Cho YS, Kim MY, Kim RY, Kim KO (2001) Effect of onion powder addition on the quality of white bread. *Korean J Food & Nutr* 14: 346-354.
- Hong SY, Shin GM (2008) Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food & Nutr* 21: 485-491.
- Hwang SY, Choi OK, Lee HJ (2001) Influence of green tea powder on the physical properties of the bread flour and dough rheology of white pan bread. *Korean J Food & Nutr* 14: 34-39.
- Jeon TG, An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of bread added with turmeric powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 113-121.
- Jeon YS, Kim MW (2010) Quality characteristics of white pan bread added with *sunsik* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 299-306.
- Ju HW, An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of bread added with black garlic powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 16: 260-273.
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB (2002) Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 232-237.
- Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS (1999) Effect of leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of breads. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 113-117.
- Jung IC (2006) Rheological properties and sensory characte-

- ristics of white bread with added mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 332-343.
- Kang CS, Kim HS, Cheong YK, Kim JG, Park KH, Park CS (2008) Flour characteristics and end-use quality of commercial flour produced from Korean wheat and imported wheat. *Korean J Food Preserv* 15: 687-693.
- Kim JS, Jeong SH (2009) Effects of amounts of *Terminalia chebula* Retz powder on the quality of white pan breads. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 430-436.
- Kim KT, Choi AR, Lee KS, Joung YM, Lee KY (2007) Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat flour containing cactus *Chounnyuncho* (*Opuntia humifusa*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 461-468.
- Kim NY, Kim SH (2005) The physicochemical and sensory characteristics of bread added with red ginseng powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 200-206.
- Kim SW, Lee YT, Chang HG, Won JH, Nam JH (2002) White layer cake-making properties of Korean wheat cultivars. *Korean J Food Sci Technol* 34: 194-199.
- Kim YH (1996) Qualities of bread and changes in phytic acid during breadmaking with whole wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 779-785.
- Kim YH, Choi KS, Son DH, Kim JH (1996) Rheological properties of dough with whole wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 817-823.
- Kim YS, Chun SS, Jung ST, Kim RY (2002) Effects of lotus root powder on the quality of dough. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 573-578.
- Ko SH, Bing DJ, Chun SS (2013) Quality characteristics of white bread manufactured with *Shinan seomcho* (*Spinacia oleracea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 766-773.
- Koh BK (1999) A comparison of protein characteristics of Korean and imported wheat varieties. *Korean J Food Sci Technol* 31: 586-592.
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH (2003) Quality characteristics of bread containing laminaria powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
- Lee EJ, Ju HW, Lee KS (2012) Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 18: 27-39.
- Lee HS, Park JR, Chun SS (2001) Effects of pine pollen powder on the quality of white bread prepared with Korean domestic wheat flour. *Korean J Food Nutr* 14: 339-345.
- Lee KS (2001) Studies on the evaluation of fermented white pan bread by digital image analysis. *Ph D Dissertation* Dongguk University, Seoul. p 13, 52.
- Lee MJ, Kyung KH, Chang HG (2004) Effect of mushroom (*Lentinus tuber-regium*) powder on the bread making properties of wheat flour. *Korean J Food Sci Technol* 36: 32-37.
- Lee SM, Park GS (2011) Quality characteristics of bread with various concentrations of purple sweet potato. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 1-16.
- Lim YH, Noh WS (1997) Studies on baking properties of Korean wheat. *J East Asian Soc Dietary Life* 7: 167-173.
- Miller RA, Graf E, Hoseney RC (1994) Leavened dough pH determination by an improved method. *J Food Sci* 59: 1086-1087.
- Min SH, Lee BR (2008) Effect of powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
- Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY (2004) Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 126-132.
- Park GS, An SH, Choi MA (2001) Quality characteristics of bread added with concentrations of *Paecilomyces japonica* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 112-120.
- Park YS, Park GS (2001) The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 305-314.
- Roh SH, Lee MY, Hong CH (2001) Effects of whole wheat flour on the rheological properties of dough gassing of yeast. *The Korean Journal of Culinary Research* 7: 179-191.
- Shin DH, Lee YW (2002) Quality of attributes of bread with soybean milk residue-wheat flour. *Korean J Food & Nutr* 15: 314-320.
- Song TH, Choi HS, Kim YS, Woo IA (2012) Study on sensory and mechanical characteristics of white bread containing different levels of Korean and Chinese *sansa* (*Crataegus pinatifida bungr*) powder. *Korean J Food Culture* 27: 391-399.