

## 수입밀의 제빵 적성과 반죽법을 달리한 우리밀 제빵 적성의 비교

김원모<sup>1</sup> · 이규희<sup>2</sup>

<sup>1</sup>우송정보대학 제과제빵학과

<sup>2</sup>우송대학교 조리과학연구소

### Comparison of Imported Wheat Flour Bread Making Properties and Korean Wheat Flour Bread Making Properties Made by Various Bread Making Methods

Won-Mo Kim<sup>1</sup> and Gyu-Hee Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Baking & Pastry, Woosong College

<sup>2</sup>Culinary Science Research Center, Woosong University

**ABSTRACT** To develop dough methods for improving bread making properties of Korean wheat flour, straight dough methods (SDM) and dough and sponge methods (DSM) were applied. The bread making properties such as weight of bread, specific volume, baking loss, crumb color, and texture were analyzed. In comparison of flour properties between Korean wheat flour and imported wheat flour by Farinograph, Korean wheat flour showed less gluten network form ability than imported wheat flour. The dough making method affected bread quality such as weight of bread, specific volume, and baking loss. SDM had a more desirable effect on bread quality. Crumb color was lighter in bread made with Korean wheat flour compared to imported wheat flour, whereas dough making method did not affect crumb color. In consumer acceptance analysis, bread made by DSM showed higher consumer acceptance than that made by SDM. Regarding physicochemical changes during storage, bread made by SDM using Korean wheat flour showed higher chewiness, brittleness, and hardness than that made by imported wheat flour. However, bread made by DSM showed similar chewiness as bread made by SDM using imported wheat flour. The bread making properties of bread made by DSM is improved versus that of bread made with Korean wheat flour.

**Key words:** Korean wheat flour, straight dough method, dough and sponge method, bread, properties

## 서 론

현재 우리나라는 사회경제적 요인으로 인한 식생활의 변화뿐만 아니라 세계화로 여러 나라 문화를 쉽게 접할 기회가 많아지면서 주식의 소비 패턴이 전통적인 한식의 식사에서 서구화 및 다양화되고 있으며, 그에 따라 밀을 이용한 가공식품인 제빵 및 제과류의 소비가 계속 증가하고 있는 추세이다(1,2). 최근 우리 농산물에 대한 소비자들의 관심과 소비 증가로 우리밀 가공제품의 수요와 소비는 증가하고 있지만 우리밀 품종에 대한 가공기술이 부족하고 기능성 특성에 대한 분석이 미흡하여, 수입밀 가공제품에 비해 우리밀 가공제품에 대한 소비자들의 만족도는 그리 높지 않은 편이다(2). 따라서 우리밀에 대한 여러 가지 연구들이 이루어지고 있는데 우리밀과 수입밀의 품종 간 이화학적 특성과 제빵 가공적성을 비교 분석한 결과로, 수입밀 밀가루와 비교하여 우리밀 밀가루의 단백질 함량은 수입밀 밀가루보다 높게 함유되었

으나(3-5) 단백질 함량에 관계없이 한국산 밀가루의 품질이 수입산 밀가루보다 떨어지며 제빵 적성이 좋지 못한 것으로 조사되었다. Chung 등(6)은 미국밀과 한국밀의 화학성분을 분석한 결과 밀에서 단백질 함량은 미국밀이 평균 10.3%이고 한국밀이 평균 10.2%로 통계적으로 유의차가 없었다고 보고하였으며, 미국밀의 gluten 함량은 평균 13.1%였고 한국 밀은 9.6%로 한국밀의 제빵 적성을 좋게 하기 위해서는 gluten을 첨가하여 총 gluten 함량이 15%가 되도록 하는 것이 바람직할 것이라 보고하였다. Kim 등(7) 및 An과 Lee(8)는 국내산 밀가루를 이용한 sour dough 발효식빵의 품질 특성에 관한 연구에서 우리밀의 특성은 단백질 함량은 높으나 gluten 함량이 낮으므로 그들은 sour dough starter 제조 방법을 달리하여 빵의 품질을 증진시켰다고 보고한 바 있어 우리밀의 제빵 적성은 수입밀에 비해 제빵 적성은 낮은 것을 알 수 있다.

따라서 우리밀의 활용도를 높이기 위해 우리밀을 사용하여 만든 빵의 제빵 적성 향상에 적합한 방법을 찾고자 본 실험을 실시하였다. 제빵 적성을 향상시키기 위한 방법으로는 중중법(dough and sponge method, DSM)으로 반죽 제조 방법을 달리하여 빵을 제조하였으며, 방법을 달리하여

Received 5 November 2014; Accepted 18 December 2014

Corresponding authors: Gyu-Hee Lee, Department of Food Science & Biotechnology, Woosong University, Daejeon 300-718, Korea  
E-mail: gyuhlee@wsu.ac.kr, Phone: +82-42-630-9744

제조한 우리밀의 제빵 특성을 비교하기 위해 수입밀을 이용하여 일반적으로 제빵에 사용하는 방법인 직접반죽법(straight dough method, SDM)으로 제조한 빵을 대조구로 하고 방법을 달리하여 제조된 우리밀 빵의 물리화학적 특성과 소비자 기호도 조사 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

식빵을 만들기 위하여 생이스트(raw yeast, Ottuggi, Gyeonggi, Korea), 식염(Ggotsogeum, Beak-Jo Pyo, Gyeonggi, Korea), 쇼트닝(Lotte Samgang, Gyeonggi, Korea), 설탕(Fine Sugar, Cheil-Jedang, Gyeonggi, Korea), 탈지분유(Seoul Milk Co., Ltd., Gyeonggi, Korea), 제빵계량제(S-500, Puratos Korea Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)를 사용하였다. 우리밀은 제빵용으로 구례 지역에서 채배된 단백질 함량이 12.22%인 금강 품종을 제분한 (주)사조해표(Hae-Pyo Woo-ri Mill Wheat flour, First Grade High Gluten Wheat Flour, Jeonnam, Korea) 밀가루를 사용하였다. 수입밀은 단백질 함량이 12.36%인 미국, 캐나다산 밀을 (주)대한제분(High Gluten Wheat Flour, Daehan-Jebun Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)이 제분한 제빵용 강력밀가루를 이용하였다.

### Farinograph 분석

밀가루의 Farinograph 특성을 AACC 방법 54-21(9)에 따라 Farinograph(No 183538, Type 860000, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)로 분석하였다. 미리 예열한  $30 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 의 Farinograph mixing bowl에 밀가루 300 g을 각각 넣고 기계를 작동하면서 그래프 커브의 중앙이  $500 \pm 20$  BU에 도달할 때까지 증류수를 가하여 흡수량을 조절하였다. 견도(consistency), 흡수율(water absorption), 반죽 형성시간(dough development time, DDT), 안정도(dough stability time, DST), 약화도(degree of softening, 12 min after peak), Farinograph quality number(FQN) 등의 값을 분석하였다.

### 식빵의 제조

제빵 방법은 우리밀의 제빵 특성을 비교하고자 100% 중종법, 70% 중종법, 직접반죽법을 이용하였으며, 수입밀과 우리밀의 제빵 특성을 비교하고자 수입밀을 직접반죽법을 이용하여 제빵하고 이를 대조구로 하였다.

100% 중종법(100% DSM)은 우리밀 100%, 계량제 0.3%, 쇼트닝 5%, 생이스트 2.5%, 물 57%를 넣고 반죽기(SM 200, Sinmag, Taipei, Taiwan)를 이용하여  $24^\circ\text{C}$ 에서 저속으로 3분, 중속으로 1분간 반죽한 후 1시간 동안 실온 방치 후 냉장고에서 18시간 동안 플로어 타임을 가졌다. 18시간 동안 플로어 타임을 가진 후 반죽을 꺼내 설탕 6%, 식염 2%,

탈지분유 2%를 혼합하여  $27^\circ\text{C}$ 에서 저속으로 2분, 중속으로 3분 동안 본 반죽을 실시하였다. 본 반죽이 끝난 후 40분간 플로어 타임을 가진 다음 450 g씩 분할하여 성형하고 식빵 팬( $215 \times 95 \times 95$  mm)에 넣은 다음 온도  $38^\circ\text{C}$ , 습도 80% 조건에서 45분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후  $190 \sim 200^\circ\text{C}$ 의 오븐에서 25분간 구웠다.

70% 중종법(70% DSM)은 우리밀 70%, 계량제 0.3%, 생이스트 2.5%, 물 42%를 넣고 반죽기(SM 200, Sinmag)를 이용하여  $24^\circ\text{C}$ 에서 저속으로 3분, 중속으로 1분간 반죽한 후 4시간 동안 플로어 타임을 가졌다. 4시간 동안 플로어 타임을 가진 반죽은 설탕 6%, 식염 2%, 탈지분유 2%, 쇼트닝 5%를 혼합하여  $27^\circ\text{C}$ 에서 저속으로 2분, 중속으로 3분 동안 반죽한 후 다시 저속으로 2분, 중속으로 2분 동안 본 반죽을 실시하였다. 본 반죽이 끝난 후 30분간 플로어 타임을 가진 후 450 g씩 분할하여 성형하고 식빵 팬( $215 \times 95 \times 95$  mm)에 넣은 다음 온도  $38^\circ\text{C}$ , 습도 80% 조건에서 45분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후  $190 \sim 200^\circ\text{C}$ 의 오븐에서 25분간 구웠다.

직접반죽법(SDM)은 우리밀(straight dough method using Korean wheat, SDMK)과 수입밀(straight dough method using imported wheat, SDMI)을 사용하였는데 수입밀을 사용한 것은 대조구로 활용하기 위해서였다. 우리밀 100%(대조구로는 우리밀 대신 수입밀 100% 사용함), 계량제 0.3%, 생이스트 2.5%, 설탕 6%, 식염 2%, 탈지분유 2%, 쇼트닝 5%, 물 59%를 넣고 반죽기(SM 200, Sinmag)를 이용하여  $27^\circ\text{C}$ 에서 저속으로 2분, 중속으로 3분간 반죽한 후 저속으로 2분, 중속으로 2분간 반죽하여 60분 동안 플로어 타임을 가졌다. 60분 동안 플로어 타임을 가진 반죽은 450 g씩 분할하여 성형하고 식빵 팬( $215 \times 95 \times 95$  mm)에 넣은 다음 온도  $38^\circ\text{C}$ , 습도 80% 조건에서 45분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후  $190 \sim 200^\circ\text{C}$ 의 오븐에서 25분간 구웠다.

각각의 제조 방법을 달리하여 제조된 빵은 실온(온도  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $75 \pm 10\%$ )에서 2시간 식힌 후 실험 재료로 사용하였다.

### 반죽의 발효 팽창력

반죽의 발효 팽창력 측정은 1차 발효 후 30 g씩을 떼어 250 mL의 메스실린더에 취해 표면을 평평하게 한 다음 2차 발효조건인 온도  $38^\circ\text{C}$ , 습도 80%인 발효기에서 45분 발효시켜 발효 팽창력을 측정하였다. 한 시료당 3개씩 측정하여 그 평균값을 발효 팽창력으로 하였다.

### 식빵의 무게, 비용적 및 굽기 손실률

식빵의 무게는 빵을 구운 후 실온에서 2시간 방냉한 다음 측정하였으며, 식빵의 부피는 종자치환법으로 측정하였다. 식빵의 비용적은 빵 부피(mL)를 빵 무게(g)로 나누어 구하였으며, 식빵의 굽기 손실률은 반죽의 무게와 식빵의 무게를

이용하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{굽기 손실률(\%)} = \frac{\text{반죽의 무게(g)} - \text{식빵의 무게(g)}}{\text{반죽의 무게(g)}} \times 100$$

### Crumb 색도 측정

식빵의 crumb 색도를 Color Reader(DR-10, Minolta, Co., Ltd., Osaka, Japan)로 Hunter system에 의하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)의 값을 나타냈으며 L값은 0(검정색)에서 100(흰색)까지, a값(적색도)은 -80(녹색)에서 100(적색)까지, b값(황색도)은 -70(청색)에서 70(황색)까지였다. 표준판은 백색판을 사용하였고 백색판이 나타내는 L, a, b 값은 각각 93.81, -0.19, 3.91이었다. 식빵을 15 mm 두께로 가로 10 cm, 세로 10 cm 크기로 잘라 3회씩 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 저장기간에 따른 식빵의 물성

식빵의 물성은 빵의 중심을 동일한 크기(3×3×1 cm)로 잘라 2장을 겹쳐 레오미터(Rheometer, COMPAC-100 II, Sun Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 직경이 25 mm인 원통형 plunger를 사용하여 최대하중 2 kg, table speed 60 mm/min, distance는 50%의 조건으로 springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(검성), chewiness(씹힘성), hardness(경도성)의 변화를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

### 식빵의 소비자 기호도 조사

식빵의 소비자 기호도 조사는 제과제빵학과 학생 40명에게 외관 형태, crust 색깔, crumb texture, crumb color, taste와 overall acceptance에 대하여 평가하도록 하였다(10). 제빵 후 2시간 동안 방냉시킨 식빵을 0.8 cm 두께로 잘라 빵의 양 끝은 잘라낸 후 한 조각씩을 백색 접시에 제공하고 9점 척도법을 이용하여 평가하도록 하였다. 관능 특성 평가에서 점수가 높을수록 기호도가 높은 것을 의미한다.

### 통계분석

통계분석에는 SPSS 프로그램(ver 12.0, IBM Company, Chicago, IL, USA)을 사용하였고, 결과분석은 분산분석 후 Duncan's multiple range test( $P < 0.05$ )를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 우리밀 밀가루와 수입밀 밀가루 반죽의 Farinograph 분석

밀가루 반죽의 물성학적 특징은 식품의 품질을 예측하고 조절하는 데 매우 중요한 정보를 준다(11,12). 본 실험에 사용된 두 가지 종류의 밀가루에 대한 반죽 특성을 Farinograph로 측정하여 그 특성 값을 Table 1에 표시하였고, Farinogram은 Fig. 1에 표시하였다. 견도는 수입밀(534

**Table 1.** Farinogram characteristics of bread flour doughs containing different wheat varieties

	Imported wheat flour	Domestic wheat flour
Consistency (FE)	534	503
Water absorption (%)	66.1	60.6
Dough development time (DDT) (min)	11.7	10.7
Dough stability time (DST) (min)	20<	15.2
Degree of softening (12 min after begin) (FE)	1	4
Farinograph quality number (FQN)	-	156

FE: Farinograph equivalent.

FE)이 우리밀(503 FE)보다 높은 값을 나타내었다. 흡수율은 수입밀(66.1%)이 우리밀(60.6%)보다 높은 값을 나타내었다. 이론적으로 반죽 특성에서 수분을 많이 흡수하는 경우는 전분 구조에 무정형 영역이 많아 수소결합을 통한 상호작용 기회가 높아지는 것(11)으로 수입밀의 전분 구조에 무정형 영역이 더 많을 것으로 판단된다. 반죽형성시간(DDT)은 우리밀(10.7분)이 수입밀(11.7분)보다 낮은 값을 나타냈다. 반죽의 안정도(DST)는 반죽의 강도를 나타내는데 수입밀은 Farinograph 반응시간을 20분으로 하여 평가하였을 때 20분까지도 반죽의 안정을 지키는 강한 반죽의 안정성을 나타내었으며, 우리밀은 15.2로 수입밀보다 낮은 DST를 나타내었다. Wang 등(13)은 DDT와 DST의 감소는 반죽 강도를 약하게 한다고 보고하였는데, 이들의 결과는 본 실험에서 12분 후에 반죽의 약화도가 수입밀(1 FE)이 우리밀(4 FE)보다 낮은 값을 나타내어 수입밀의 반죽 강도가 높은 것을 알 수 있었다. FQN은 물을 첨가해서 혼합이 시작될 때부터 peak로부터 30 BU까지 감소되는 curve까지의 거리로서 정의된다. FQN의 감소는 gluten 형성 능력을 약화시키는 의미를 가지므로(13) 수입밀의 FQN은 측정이 불가능할 정도로 높은 값을 나타내었고, 우리밀은 156으로 측정이 가능하였다. 이들 결과를 종합해 보면 우리밀은 수입밀에 비해 gluten network 형성 능력이 떨어진다는 것을 예측할 수 있었다. Farinograms에서도 우리밀(Fig. 1B)이 수입밀(Fig. 1A)보다 Farinograms의 curve가 빨리 감소되는 것으로 나타나 반죽의 안정도가 낮은 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 우리밀이 수입밀보다 제빵 과정 중 작업이 어렵고 최종 제품에서 쉽게 뭉침 현상을 나타나게 하는 원인이 될 것이다.

### 제법을 달리한 반죽의 발효 팽창력

발효 팽창력은 반죽의 gluten 생성 능력과 반죽의 가스 보유력에 의해 좌우되며(14), 팽창력이 높은 것은 제빵 적성에서는 바람직한 현상으로 평가된다. 제법을 달리한 반죽의 네 개의 반죽에서 발효 팽창력은 통계적으로 유의차가 없는 것을 알 수 있어(Table 2) 본 연구에서 발효 팽창력으로는 제빵 적성에 대한 평가는 할 수 없었다.

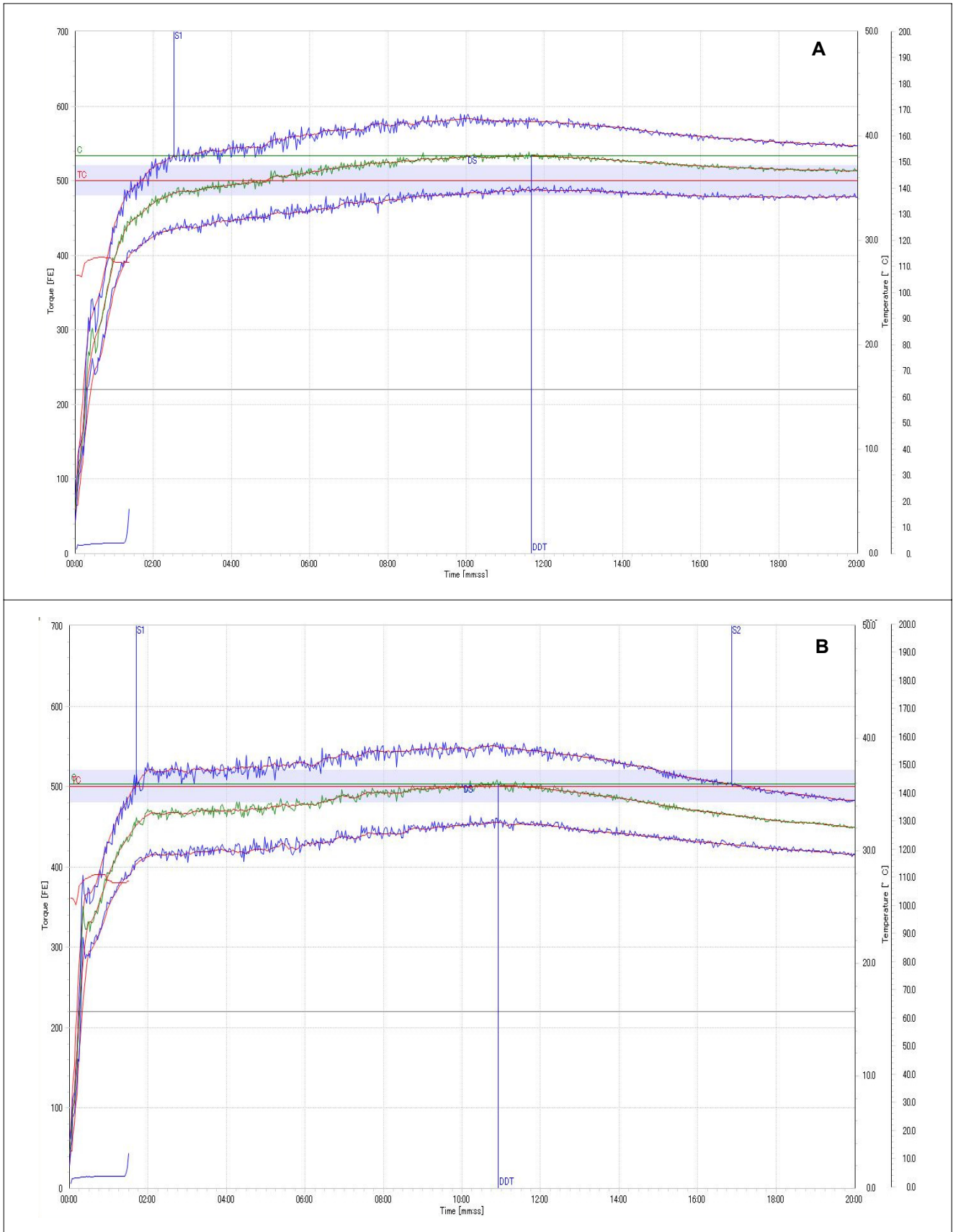


Fig. 1. Farinograms curves for imported wheat flour (A) and Korean wheat flour (B) dough.

**Table 2.** Volume of dough after fermentation (mL)

	100% DSM <sup>1)</sup>	70% DSM	SDMK	SDMI
Volume	112.67±5.03 <sup>a2)3)</sup>	116.33±2.08 <sup>a</sup>	115.00±3.61 <sup>a</sup>	113.33±2.31 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>100% DSM: the bread making methods by using sponge and dough methods with 100% Korean wheat flour for overnight, 70% DSM: the bread making methods by using sponge and dough methods with 70% Korean wheat flour for 4 h, SDMK: the bread making methods by using straight dough methods with Korean wheat flour, SDMI: the bread making methods by using straight dough methods with imported wheat flour.

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Means with different letters are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

### 제법을 달리한 식빵의 무게, 비용적 및 굽기 손실률

식빵의 무게는 SDMK 방법으로 제조한 식빵의 무게가 다른 식빵들보다 유의차를 나타내며 약간 높은 값을 나타내었다(Table 3).

식빵의 부피는 100%와 70% DSM 방법으로 제조한 식빵이 부피가 큰 것을 알 수 있었고, SDMI가 다음으로, SDMK가 가장 작은 부피를 나타내었다(Table 3). 식빵의 비용적도 식빵의 부피와 비례적인 결과를 나타냄을 알 수 있었다(Table 3). Uthayakumaran 등(15)은 빵의 부피는 단백질 함량, glutenin과 gliadin의 비율이 중요하며 그 이외에 밀가루에 함유된 전분, 극성지질과 가스팽창제 등에 의해 영향을 받는다고 보고하였고, Wieser(16)는 글루텐이 제빵에서 반죽의 흡수율, 응집성, 점도, 탄력성 등에 영향을 주어 품질을 결정하는 데 중요한 역할을 한다고 하였으며, Kim과 Kim(17)은 활성글루텐을 첨가하면 탄력 있는 반죽형성으로 효모가 발생하는 이산화탄소를 보다 많이 포집하여 빵의 부피가 커지기 때문에 비용적이 증가한다고 보고한 바 있어 빵의 부피와 비용적은 gluten의 함량에 의해 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 gluten의 함량을 비교한 것은 아니지만 반죽의 방법이 식빵의 부피나 비용적에 중요한 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, DSM 방법이 부피나 비용적을 높이는 데 효과가 있었음을 알 수 있었다.

제빵 방법을 달리하여 제조한 식빵의 굽기 손실율은 SDMK 방법으로 제조된 식빵이 가장 낮은 값을 나타내었다(Table 3). 굽기 손실은 빵을 굽는 과정 중 발효로 생성된 이산화탄소의 팽창, 전분의 호화, 빵 내부의 탄력성 형성 등으로 발생하는 자연적 현상으로(18) gluten 함량이 높으면 굽기 손실율이 감소한다(17,19). 본 연구에서는 SDM 방법

**Table 4.** Comparison of inner part color of the breads made on different bread making method

	100% DSM <sup>1)</sup>	70% DSM	SDMK	SDMI
L	71.00±1.10 <sup>b2)3)</sup>	73.64±0.74 <sup>a</sup>	74.20±0.79 <sup>a</sup>	71.78±1.03 <sup>b</sup>
a	-0.71±0.14 <sup>a</sup>	-0.77±0.04 <sup>ab</sup>	-0.91±0.06 <sup>b</sup>	-1.77±0.04 <sup>c</sup>
b	11.63±0.42 <sup>b</sup>	11.96±0.59 <sup>b</sup>	13.22±0.24 <sup>a</sup>	8.67±0.38 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Abbreviations: See the Table 2.

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Means with different letters in a row are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

이 DSM 방법보다 굽기 손실률이 적어 같은 우리밀을 사용하였을 때 DSM 방법이 더 팽창이 크고 탄력성 있는 빵을 제조하기에 유리할 것으로 판단된다.

### 제법을 달리한 식빵의 crumb 색도 측정

제법을 달리하여 제조한 식빵의 색도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 명도인 L값은 70% DSM과 SDMK 방법으로 제조한 식빵이 높은 값을 나타내었고 100% DSM과 SDMI로 제조한 식빵의 L값은 통계적으로 유의차가 없었다. Redness와 yellowness를 나타내는 a값과 b값은 우리밀을 이용하여 제조한 식빵에서 높은 값을 나타내어 제법과는 상관없이 우리밀로 제조한 식빵이 좀 더 밝은 것을 알 수 있었다.

### 제법을 달리한 식빵의 소비자 기호도 조사

제법을 달리하여 제조한 식빵의 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 식빵의 외관, 외부 색깔, grainy appearance, 입안에서의 조직감, 조직감 및 잔미에서는 통계적으로 유의차가 없는 것을 알 수 있었다. Crumb 색깔에 대한 평가는 SDMI 방법으로 제조한 빵이 가장 높았으며, 맛은 SDMI, 100% DSM, 70% DSM으로 제조한 식빵에서는 유의차가 없었으나 SDMK 방법으로 제조한 식빵이 가장 낮은 값을 나타내었다. 전반적인 기호도 또한 맛에 대한 기호도 평가 결과와 같아 우리밀은 SDM 방법으로 반죽하여 제빵을 하는 것보다는 DSM 방법을 개선하여 식빵을 제조한다면 우리밀의 제빵 특성이 좋지 않은 것을 개선한 제품의 개발이 가능할 것으로 판단된다.

### 저장기간에 따른 제법을 달리한 식빵의 물성 변화

밀을 이용하여 빵을 제조하였을 때 다양한 방법에 의해 제조된 dough는 식빵의 품질에 영향을 중요한 인자로 알려

**Table 3.** Quality characteristics of the breads made on different bread making method

	100% DSM <sup>1)</sup>	70% DSM	SDMK	SDMI
Weight (g)	402.33±3.06 <sup>b2)3)</sup>	400.67±2.89 <sup>b</sup>	409.00±1.00 <sup>a</sup>	403.00±1.00 <sup>b</sup>
Volume (mL)	1,843.33±25.17 <sup>a</sup>	1,791.33±15.14 <sup>a</sup>	1,491.67±56.20 <sup>c</sup>	1,583.00±37.24 <sup>b</sup>
Specific volume (mL/g)	4.10±0.06 <sup>a</sup>	3.98±0.03 <sup>a</sup>	3.31±0.12 <sup>c</sup>	3.52±0.08 <sup>b</sup>
Baking loss rate (%)	10.59±0.68 <sup>a</sup>	10.96±0.64 <sup>a</sup>	9.11±0.22 <sup>b</sup>	10.44±0.22 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Abbreviations: See the Table 2. <sup>2)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Means with different letters in a row are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

**Table 5.** Consumer acceptance test results of the bread made on different bread making method

	100% DSM <sup>1)</sup>	70% DSM	SDMK	SDMI
Appearance	5.90±2.08 <sup>a2)3)</sup>	6.60±1.43 <sup>a</sup>	5.10±2.42 <sup>a</sup>	6.90±2.38 <sup>a</sup>
External color	6.30±2.11 <sup>a</sup>	7.00±1.83 <sup>a</sup>	7.40±1.51 <sup>a</sup>	7.50±1.96 <sup>a</sup>
Crumb color	5.00±1.49 <sup>b</sup>	5.50±1.08 <sup>b</sup>	4.70±2.00 <sup>b</sup>	8.30±0.95 <sup>a</sup>
Grainy appearance	4.70±1.77 <sup>b</sup>	7.00±1.70 <sup>a</sup>	5.80±2.25 <sup>ab</sup>	5.70±2.00 <sup>ab</sup>
Flavor	6.10±2.13 <sup>a</sup>	6.30±1.95 <sup>a</sup>	5.70±2.00 <sup>a</sup>	6.60±0.97 <sup>a</sup>
Taste	6.80±2.20 <sup>ab</sup>	6.10±1.97 <sup>ab</sup>	5.80±1.40 <sup>b</sup>	7.60±1.51 <sup>a</sup>
Mouthful	6.10±1.60 <sup>a</sup>	5.60±1.35 <sup>a</sup>	5.40±1.71 <sup>a</sup>	6.40±2.12 <sup>a</sup>
Texture	6.90±1.73 <sup>a</sup>	6.70±1.95 <sup>a</sup>	6.10±1.79 <sup>a</sup>	6.30±1.34 <sup>a</sup>
Residual	7.10±1.79 <sup>a</sup>	5.70±1.83 <sup>a</sup>	5.70±1.34 <sup>a</sup>	6.60±1.35 <sup>a</sup>
Overall acceptance	6.60±1.71 <sup>a</sup>	6.40±1.07 <sup>a</sup>	5.80±1.48 <sup>a</sup>	7.20±1.87 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Abbreviations: See the Table 2. <sup>2)</sup>Mean±SD (n=40).

<sup>3)</sup>Means with different letters in a row are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

**Table 6.** Changes of texture characteristics of the bread made on different bread making method stored at 25°C and relative humidity 75% during 3 days

	Storage time (day)	100% DSM <sup>1)</sup>	70% DSM	SDMK	SDMI
Springiness (%)	0	101.87±0.46 <sup>Aa2)3)4)</sup>	100.80±0.80 <sup>Ba</sup>	101.33±0.47 <sup>Aa</sup>	101.07±0.47 <sup>BCa</sup>
	1	101.33±0.46 <sup>Aa</sup>	101.87±0.47 <sup>Aa</sup>	101.61±0.81 <sup>Aa</sup>	102.15±0.47 <sup>Aa</sup>
	2	101.87±0.46 <sup>Aa</sup>	101.06±0.46 <sup>ABb</sup>	101.60±0.01 <sup>Aab</sup>	101.60±0.00 <sup>ABab</sup>
	3	101.33±0.46 <sup>Aa</sup>	101.60±0.00 <sup>ABa</sup>	101.60±0.00 <sup>Aa</sup>	100.53±0.46 <sup>Bb</sup>
Cohesiveness (%)	0	96.52±2.07 <sup>Aa</sup>	91.49±0.26 <sup>Ab</sup>	87.10±2.20 <sup>Ac</sup>	91.61±1.35 <sup>Ab</sup>
	1	81.76±2.69 <sup>Bab</sup>	78.77±1.85 <sup>Bb</sup>	81.16±2.79 <sup>Bab</sup>	87.07±6.70 <sup>Aa</sup>
	2	77.66±1.46 <sup>BCbc</sup>	80.10±4.07 <sup>Bab</sup>	74.15±2.76 <sup>Cc</sup>	84.12±1.99 <sup>Aa</sup>
	3	76.29±2.49 <sup>Cb</sup>	78.80±4.60 <sup>Bb</sup>	72.35±0.88 <sup>Cb</sup>	86.80±6.18 <sup>Aa</sup>
Chewiness (g)	0	124.16±0.55 <sup>Db</sup>	130.83±5.86 <sup>Db</sup>	173.37±11.41 <sup>Ca</sup>	117.55±5.09 <sup>Db</sup>
	1	206.59±10.93 <sup>Cb</sup>	217.45±16.12 <sup>Cb</sup>	286.80±12.30 <sup>Ba</sup>	216.97±8.64 <sup>Cb</sup>
	2	242.35±12.89 <sup>Bb</sup>	248.55±11.63 <sup>Bb</sup>	388.78±14.86 <sup>Aa</sup>	248.16±8.17 <sup>Bb</sup>
	3	260.57±5.10 <sup>Ac</sup>	299.04±21.28 <sup>Ab</sup>	384.40±13.29 <sup>Aa</sup>	283.62±21.79 <sup>Abc</sup>
Brittleness (g)	0	12,647.83±103.73 <sup>Db</sup>	13,189.69±646.08 <sup>Db</sup>	17,564.11±1,073.64 <sup>Ca</sup>	11,878.86±460.91 <sup>Db</sup>
	1	20,937.49±1,198.63 <sup>Cb</sup>	22,153.28±1,662.33 <sup>Cb</sup>	29,139.96±1,231.82 <sup>Ba</sup>	22,165.26±982.92 <sup>Cb</sup>
	2	24,684.16±1,206.65 <sup>Bb</sup>	25,123.46±1,293.76 <sup>Bb</sup>	39,498.04±1,511.30 <sup>Aa</sup>	25,213.14±829.64 <sup>Bb</sup>
	3	26,404.11±479.71 <sup>Ac</sup>	30,382.26±2,162.55 <sup>Ab</sup>	39,054.76±1,350.14 <sup>Aa</sup>	28,507.56±2,088.07 <sup>Abc</sup>
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	0	28.60±0.52 <sup>Db</sup>	31.77±1.35 <sup>Db</sup>	44.17±3.75 <sup>Ca</sup>	28.50±1.11 <sup>Db</sup>
	1	56.13±2.30 <sup>Cb</sup>	61.53±4.00 <sup>Cb</sup>	78.73±1.25 <sup>Ba</sup>	55.83±3.86 <sup>Cb</sup>
	2	69.50±3.15 <sup>Bb</sup>	68.77±0.50 <sup>Bbc</sup>	116.33±1.15 <sup>Aa</sup>	65.53±1.15 <sup>Bc</sup>
	3	75.90±1.32 <sup>Ac</sup>	84.30±1.18 <sup>Ab</sup>	118.00±3.61 <sup>Aa</sup>	72.43±1.01 <sup>Ac</sup>

<sup>1)</sup>Abbreviations: See the Table 2. <sup>2)</sup>Mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Values with different capital letters (A-D) in the same column are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

<sup>4)</sup>Means with different small letters (a-c) in a row are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

저 있다(20). 본 연구에서 dough의 생성 방법을 달리하여 제조한 식빵을 3일간 저장하면서 조직감 변화를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 제빵 직후 springiness는 제법에 따른 변화가 없었다. Cohesiveness는 100% DSM이 가장 높은 값을 나타내었고, 70% DSM과 SDMI 방법으로 제조된 빵이 가장 낮은 값을 나타내었다. Rozylo 등(20)이 DSM에 의해 제조된 식빵이 SDM보다 높은 cohesiveness를 나타내었다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 것을 알 수 있었다. 제빵 직후 chewiness와 brittleness, hardness는 SDMK가 가장 높은 값을 나타내었고, 100% DSM, 70% DSM과 SDMI 사이에는 통계적으로 유의차가 없어 이들 특성에서도

DSM 방법이 우리밀을 이용하여 빵을 제조할 때 유리한 반죽법을 확인할 수 있었다.

저장기간 동안 firmness와 chewiness가 증가하고 springiness와 cohesiveness가 증가한다는 것은 노화가 시작된 것을 의미한다. 저장기간의 경과에 따른 springiness 변화는 제조 방법에 따라 차이는 존재하지 않았다(Table 6). Cohesiveness는 대조구인 SDMI 방법으로 제조된 식빵은 3일 저장기간 동안 통계적으로 유의차는 없었다. 저장기간 동안 cohesiveness의 변화가 가장 심한 것은 100% DSM 방법으로 제조된 식빵이었으며 결과값에서 저장기간이 지날수록 제빵 방법에 상관없이 저장기간 동안 cohesiveness

는 우리밀로 제조한 빵에서 급격히 낮아지는 것을 알 수 있었다. 빵의 노화는 전분의 노화가 가장 영향을 크게 미치지만 수분의 함량과 gluten network의 변화 또한 중요한 영향을 미친다. 저장기간 동안 gluten은 물 분자의 redistribution에 영향을 미치며(21), Curti 등(22)은 gluten 함량을 높일수록 저장기간 중 softness, springiness, cohesiveness가 높아졌다고 보고하였고, Onyango 등(23)은 글루텐이 적거나 부족한 밀가루로 만든 빵은 부피가 작고 겉질과 내상이 견고하고 조밀하며 노화가 빠르게 진행된다고 한바 있어 gluten 함량이 적은 우리밀로 제조된 빵은 저장기간 동안 수입밀로 제조한 빵보다 쉽게 노화될 가능성이 높은 것을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 chewiness와 brittleness, hardness는 SDMK가 가장 변화폭이 큰 것을 알 수 있었으며, 100% DSM과 70% DSM 방법으로 제조된 식빵은 대조구인 SDMI와 큰 차이 없이 변화하는 것을 알 수 있었다. 또한 100% DSM 방법에 의해 제조된 식빵은 대조구인 SDMI 방법에 의해 제조된 식빵과 비교하였을 때 cohesiveness 등 물리적 특성이 유사함을 알 수 있었다. 본 실험의 결과는 Gänzle 등(24)이 sponge dough 방법에 의해 제조된 빵이 SDMI에 의해 제조된 빵보다 더 좋은 향미와 관능 특성을 갖는다고 하였고, Kilborn 등(25)과 Rozylo 등(20)이 sponge dough 방법에 의해 제조된 빵이 더 좋은 quality parameter를 나타내었다고 보고한 결과와 일치하였다. 따라서 gluten 함량이 부족한 우리밀을 이용하여 빵을 제조할 때 적당한 제빵 방법으로 100% DSM 방법을 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구는 우리밀의 활용도를 높이기 위해 우리밀을 사용하여 방법을 달리해서 제조한 우리밀의 제빵 특성을 분석하였다. 우리밀 밀가루와 수입밀 밀가루 반죽의 Farinograph 분석 결과 견도(consistency)는 수입밀(534 FE)이 우리밀(503 FE)보다 높은 값을 나타내었다. 흡수율(water absorption)은 수입밀(66.1%)이 우리밀(60.6%)보다 높은 값을 나타내었다. 반죽형성시간(dough development time, DDT)은 우리밀(10.7분)이 수입밀(11.7분)보다 낮은 값을 나타냈다. 반죽의 안정도(dough stability time, DST)는 반죽의 강도를 나타내는데 수입밀은 Farinograph 반응시간을 20분으로 하여 평가하였을 때 20분까지도 반죽의 안정을 지키는 강한 반죽의 안정성을 나타내었으며, 우리밀은 15.2로 수입밀보다 낮은 DST를 나타내었다. Farinograph quality number(FQN)는 수입밀은 측정이 불가능할 정도로 높은 값을 나타내었고, 우리밀은 156으로 측정이 가능하였다. 이들 결과를 종합해 보면 우리밀은 수입밀에 비해 gluten network 형성 능력이 떨어진다는 것을 예측할 수 있었다. 제법을 달리한 식빵의 무게, 비용적 및 굽기 손실률 측정 결과 반죽의 방법이 식빵의 부피나 비용적에 중요한 영향을

미치는 것을 알 수 있었으며, 직접반죽법(straight dough method, SDM)이 부피나 비용적에 높이는 데 효과가 있었음을 알 수 있었다. 제법을 달리한 식빵의 crumb 색도 측정 결과 우리밀을 이용하여 제조한 식빵에서 높은 값을 나타내어 제법과는 상관없이 우리밀로 제조한 식빵이 좀 더 밝은 것을 알 수 있었다. 제법을 달리한 식빵의 소비자 기호도 조사한 결과 우리밀은 SDM 방법으로 반죽하여 제빵을 하는 것보다는 중중법(dough and sponge method, DSM)이 더 기호도가 높은 것을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 제법을 달리한 식빵의 물성 변화를 측정된 결과 chewiness와 brittleness, hardness는 우리밀로 직접 반죽하여 제조한 빵(SDMK)이 저장기간 동안 가장 변화폭이 크게 변화하는 것을 알 수 있었으며, 100% DSM과 70% DSM 방법으로 제조된 식빵은 대조구인 수입밀로 직접반죽법을 이용하여 제조한 빵(SDMI)과 유의차가 없이 변화하는 것을 알 수 있었다. 또한 100% DSM 방법에 의해 제조된 식빵은 대조구인 SDMI 방법에 의해 제조된 식빵과 비교하였을 때 cohesiveness 등 물리적 특성이 유사함을 알 수 있었다. 결론적으로 gluten 함량이 부족한 우리밀을 이용하여 빵을 제조할 때 적당한 제빵 방법으로 100% DSM 방법을 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- Han JH, Jeong KJ. 2010. Factors expanding consumption of domestic wheat processed products. *Korean J Food Agric Management & Policy* 37: 573-599.
- Kim SS, Chung HY. 2014. Comparison of quality analyses of domestic and imported wheat flour products marketed in Korea. *Korean J Food & Nutr* 27: 287-293.
- Kim CT, Cho SJ, Hwang JK, Kim CJ. 1997. Composition of amino acids, sugars and minerals of domestic wheat varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 229-235.
- Koh BK. 1999. A comparison of protein characteristics of Korean and imported wheat varieties. *Korean J Food Sci Technol* 31: 586-592.
- 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.
- Chung SY, Han SH, Lee SW, Rhee C. 2010. Physicochemical and bread-making properties of air flow pulverized wheat and corn flours. *Food Sci Biotechnol* 19: 1529-1535.
- Kim KH, Kang CS, Seo YW, Woo SH, Heo MR, Choo BK, Lee CK, Park K, Park CS. 2013. Current regional cultural situation and evaluation of grain characteristics of Korean wheat. II. Grain characteristics collected in domestic wheat cultivar grown in Korea. *Korean J Crop Sci* 58: 239-252.
- 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* 16: 996-1008.
- AACC. 2000. *Approved methods of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 10-10A.
- El-Porai ES, Salama AE, Sharaf AM, Hegazy AI, Gadallah MGE. 2013. Effect of different milling processes on Egypt

- tian wheat flour properties and pan bread quality. *Ann Agric Sci* 58: 51-59.
11. Zhang H, Zhang W, Xu C, Zhou X. 2014. Studies on the rheological and gelatinization characteristics of waxy wheat flour. *Int J Biol Macromol* 64: 123-129.
  12. Kim YJ, Lee J, Chung KC, Lee SK. 2014. Effect of trehalose on rheological properties of bread flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 46: 341-346.
  13. Wang L, Deng L, Wang Y, Zhang Y, Qian H, Zhang H, Qi X. 2014. Effect of whole wheat flour on the quality of traditional Chinese Sachima. *Food Chem* 152: 184-189.
  14. Yang SM, Shin JH, Kang MJ, Kim SH, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of bread with added black garlic extract. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 503-510.
  15. Uthayakumaran S, Gras PW, Stodd FL, Bakes F. 1999. Effect of varying protein content and glutenin-to-gliadin ratio on the functional properties of wheat dough. *Cereal Chem* 76: 389-394.
  16. Wieser H. 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiol* 24: 115-119.
  17. Kim EJ, Kim SM. 1998. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30: 542-547.
  18. Keetels CJAM, Visser KA, van Vliet T, Jurgens A, Walstra P. 1996. Structure and mechanics of starch bread. *J Cereal Sci* 24: 15-26.
  19. Lee BG, Byun GI, Cha WS. 2009. Quality characteristics of white pan bread by lotus (*Nelumbo nucifera*) seeds powder. *Korean J Food Preserv* 16: 68-74.
  20. Rozylo R, Dziki D, Laskowski J, Skonecki S, Lysiak G, Kulig R, Rozylo K. 2014. Texture and sensory evaluation of composite wheat-oat bread prepared with novel two-phase method using oat yeast-fermented leaven. *J Texture Studies* 45: 235-245.
  21. Vodovotz Y, Vittadini E, Sachleben JR. 2002. Use of  $^1\text{H}$  cross-relaxation nuclear magnetic resonance spectroscopy to probe the changes in bread and its components during aging. *Carbohydr Res* 337: 147-153.
  22. Curti E, Carini E, Tribuzio G, Vittadini E. 2014. Bread staling: effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. *LWT - Food Sci Technol* 59: 418-425.
  23. Onyango C, Mutungi C, Unbehend G, Lindhauer MG. 2009. Creep-recovery parameters of gluten-free batter and crumb properties of bread prepared from pregelatinised cassava starch, sorghum and selected proteins. *Int J Food Sci Technol* 44: 2493-2499.
  24. G zle MG, Loponen J, Gobetti M. 2008. Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality. *Trends Food Sci Technol* 19: 513-521.
  25. Kilborn RH, Nomura S, Preston KR. 1981. Sponge-and-dough bread. I. Reduction of fermentation time and bromate requirement by the incorporation of salt in the sponge. *Cereal Chem* 58: 508-512.