

## 시판 강력분 우리밀의 품질 특성

곽한섭<sup>1</sup> · 김미정<sup>1</sup> · 김의웅<sup>2</sup> · 김상숙<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국식품연구원 감각인지연구단

<sup>2</sup>한국식품연구원 스마트유통시스템연구단

### Quality Characteristics of Domestic Strong Wheat Flour

Han Sub Kwak<sup>1</sup>, Mi Jeong Kim<sup>1</sup>, Oui-Woung Kim<sup>2</sup>, and Sang Sook Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Group of Cognition and Sensory Perception and

<sup>2</sup>Research Group of Smart Food Distribution System, Korea Food Research Institute

**ABSTRACT** The objective of this study was to investigate the physicochemical properties of domestic strong wheat flour (DSWF). Three commercial DSWFs (D1, D2, and D3) were compared with imported strong wheat flour (ISWF). DSWFs had higher moisture content, crude protein content, lightness, and whiteness than ISWF. DSWFs showed lower solvent retention capacity and water absorption index than ISWF. DSWFs also showed significantly higher water solubility index than ISWF ( $P<0.05$ ). Setback values by rapid visco analysis were significantly higher in D1 and D2 than in ISWF and D3, which means ISWF and D3 were better in retarding retrogradation. Differential scanning calorimetry results showed that ISWF required 6.2 J/g of energy for phase transition, whereas DSWFs needed 6.67~7.13 J/g. The farinograph results showed that ISWF had higher water absorption, longer dough stability time, and significantly higher softening of dough at 20 min than DSWF ( $P<0.05$ ). Dough resistance and extensibility were higher in ISWF than in DSWFs.

**Key words:** wheat, flour, domestic, imported, strong wheat flour

## 서론

세계 주요 곡물 중 하나인 밀은 주로 밀가루로 가공되어 소비된다. 국내 식용 밀가루 총 소비량은 2014년 약 188만 톤이고, 국민 1인당 연간 약 32.9 kg을 소비하였다(1). 특히, 국내에서 2010년 이후 식품 가공에 소비되는 소비량이 연간 180만 톤 이상 되는 주요 곡물로 국내 소비량이 쌀 다음으로 높은 주요 식량 자원이라 할 수 있다. 그러나 현재 국내에서 소비되는 밀가루의 약 99%는 미국, 호주, 캐나다 등지에서 수입되고 있다(2). 밀은 국내 소비량이 높은 곡류임에도 불구하고 자립도가 낮고, 기후 변화 등으로 곡물 가격의 불안정성이 증대하고 있는 곡물 중 하나이다. 특히 국내 친환경 농산물에 대한 인식이 증가함에 따라 우리밀에 대한 긍정적인 인식은 점차 증가하고 있다(3). 국가 식량안보 차원에서 쌀 이외의 주요 곡물 자원에 대해서 자급률을 높이는 것은 국가의 주요 정책으로, 우리밀 재배 면적은 2006년 1,738 ha에서 2010년에 12,548 ha로 확대되었다. 또한, 우리밀 재배 면적의 증가에 따라 국립식량과학원 및 농촌진흥청에서도

우리밀 품종 개발에 대한 연구 결과도 보고되고 있다(3). 우리밀 빵의 경우 소비자들이 친환경으로 재배된 밀가루를 이용하여 비영리법인에서 유통되는 빵을 선호하는 것으로 나타나, 우리밀 제품의 유통 방향성이 기존의 수입밀과는 다르게 나아가야 한다는 연구도 보고되었다(4). 그러나 우리밀의 연도별, 지역별 품질 균일성은 수입밀과 비교해서 다소 떨어지는 편으로 나타나(5), 원곡 품질의 균일성을 요구하는 대량 소비처에서는 우리밀의 사용을 다소 꺼리는 상황이다.

우리밀에 대한 연구는 주로 제빵 및 제면 등 가공적성에 대한 연구 보고가 주를 이루고 있다. Park 등(6)은 우리밀에 수입밀을 일정 부분 대체하여 제조한 우리밀 국수의 품질 특성에서 10~20%의 우리밀을 수입밀로 대체하였을 때 점착성이 가장 높게 나타났음을 보고하였다. 반죽법에 따른 우리밀과 수입밀의 제빵 적성 비교 연구에서 우리밀은 직접 반죽법(straight dough method)보다는 중중법(dough and sponge method)으로 반죽을 제조하였을 때 식빵의 소비자 기호도가 더 높게 나타났다(7). Choi 등(8)은 우리밀과 수입밀로 제조한 피자반죽의 묘사특성이 서로 다름을 보고하였다. 묘사분석에서 우리밀을 75% 및 100% 사용한 피자반죽은 부드러운 촉감, 단단한 조직감, 표면 거친 정도, 구운 향미, 기름기의 강도와 상관성이 높았으며, 수입밀을 75% 및 100% 사용한 피자반죽은 갈색 표면, 갈색 내부, 짠맛과 상

Received 28 December 2016; Accepted 3 April 2017

Corresponding author: Sang Sook Kim, Research Group of Cognition and Sensory Perception, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 13539, Korea  
E-mail: sskim@kfri.re.kr, Phone: +82-31-780-9042

관성이 높았다.

대부분의 밀가루 관련 연구는 제빵 및 제면 적성 연구에 치우쳐 있어, 실제 시판 우리밀 밀가루와 시판 수입밀 밀가루의 특성에 대한 연구는 미진한 형편이다. 최근 Kim과 Chung (9)은 수입밀과 비교해 우리밀은 수분 함량이 낮고 회분과 단백질 함량이 높으며, 흰색의 강도가 낮다고 하였다. 또한, 우리 밀가루가 수입 밀가루보다 수분흡수지수(water absorption index, WAI), 수분용해지수(water solubility index, WSI) 및 용매보유능(solvent retention capacity, SRC)이 높은 경향이 있다고 보고하였다. Kang 등(10)은 국내산 26종의 밀 품종으로 가공된 밀가루의 품질 특성을 품종별 수입 원백으로 가공한 밀가루 및 시판 밀가루와 비교하여, 금강밀은 호주산 경질밀과 유사한 단백질 함량, 수분흡수지수, 물성학적인 특성을 보인다고 보고하였다.

시판 밀가루는 단백질 함량이 12% 이상인 제빵용 강력분, 단백질 함량이 9.5~12%인 다용도 밀가루 중력분, 주로 케이크와 쿠키에 사용되는 단백질 함량이 9.5% 이하인 박력분으로 나뉜다(11). 현재 제빵용 강력분 밀가루의 품질 특성과 관련해서 보고된 연구 결과는 국내산 품종과 수입 품종의 비교에 대한 연구가 있다(12). 그러나 시판되는 국내산 밀가루의 용도에 따른 품질 특성 비교에 대한 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 국내에 강력분으로 시판 중인 우리밀 밀가루의 품질 특성을 비교하여 우리밀 강력분 밀가루의 가공적성 확립을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서 사용된 재료는 시판 중인 밀가루를 2013년에 마트(E-mart, Seongnam, Korea)에서 구입하였다. 구입한 밀가루의 유통기한은 ±1개월로 시료 간에 유사한 유통기한을 가지도록 하였다. 시판 중인 우리밀 강력분 밀가루(D1, D2, D3)를 실험군으로 하였다. D1은 자연주의 유기농 우리밀 통밀가루(E-mart, Seoul, Korea), D2는 자연주의 유기농 우리밀 밀가루(E-mart, Seoul, Korea), D3는 해표 100% 우리밀 밀가루(Sajo Haepyo, Seoul, Korea)였다. 대조구(I)로 사용된 수입밀 밀가루는 강력분 중에서 시장 점유율이 가장 높은 빵용 밀가루(CJ CheilJedang, Seoul, Korea)를 사용하였다.

### 일반성분, 식이섬유, 색도, 백도

수분, 회분, 단백질 및 식이섬유를 AACC 방법(13)에 의해 측정하였다. 수분은 AACC Method 44-15A(13)인 105°C dry oven 건조 방법을 이용하여 측정하였다. 회분 함량 측정은 AACC Method 08-01(13)인 직접회화법을 이용하여 측정하였다. 조단백질은 Kjeltac auto sampler system 1035 analyser(Tecator Co., Höganäs, Sweden)를 이용하여 AACC 46-12(13)의 Micro-Kjeldahl 방법에 의해 측

정한 후 질소계수 5.75를 곱하여 구하였다. 식이섬유 함량은 AACC Method 32-07(13)에 따라 측정하였다. 색도는 휴대용 색도계(Spectrophotometer CM-700d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 lightness(L), redness(a), yellowness(b) 값으로 나타냈다. 표준 백색판(L=97.96, a=-0.28, b=1.03)을 사용하여 색도계를 보정한 후 시료의 색도를 측정하였다. 밀가루의 백도 측정은 곡물용 백도계(Whiteness tester, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 용매보유능, 수분흡수지수, 수분용해지수

용매보유능은 AACC Method 56-11A(13) 및 Duyvejonck 등(14)의 방법을 변형하여 측정하였다. Sodium carbonate SRC(SCSRC)는 5%(v/v) sodium carbonate 용액, sucrose SRC(SUSRC)는 50%(w/w) 설탕물, lactic acid SRC(LASRC)는 5%(w/w) lactic acid 용액, water SRC(WRC)는 증류수를 이용하였다. 각각의 용매 25 mL와 밀가루 5 g을 원심분리 용기에 넣고 20분간 진탕 혼합한 후 6,000×g에서 15분간 원심분리 하였다. 그 후 상등액을 제외한 침전물의 무게를 이용하여 용매보유능을 계산하였다. Gluten performance index(GPI)는 LASRC를 SCSRC와 SUSRC를 합한 값으로 나누어 구하였다.

수분흡수지수와 수분용해지수는 Anderson(15)의 방법을 이용하여 측정하였다. 밀가루(2.5 g)와 증류수(50 mL)를 원심분리 튜브에 넣고 분산한 후, 30°C에서 30분간 방치하였다. 그 후 3,000×g에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액은 105°C에서 수분을 제거한 후 고형분의 무게를 측정하여 밀가루 2.5 g에 대한 백분율로 수분용해지수를 산출하였다. 상등액을 제외한 침전물의 무게를 측정하여 건조 밀가루 1 g당 함유된 수분 함량으로 수분흡수지수를 산출하였다.

### Rapid visco analyzer(RVA)에 의한 점도 특성

밀가루의 소화 특성은 rapid visco analyzer(RVA Model 3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 AACC Method 76-21(13)의 방법에 따라 측정하였다. 14% 수분 함량으로 보정된 밀가루(3.5 g)와 증류수 25 mL를 이용하여 현탁액을 제조한 후 RVA에서 1분간 50°C로 유지한 다음 7.5분간 95°C까지 온도를 증가시켰다. 그 후 95°C에서 2분간 유지하고 7.5분간 50°C로 온도를 낮추었다. 최고점도(peak viscosity), 95°C에서 2.5분간 유지한 후 측정한 점도(trough viscosity), breakdown, 최종점도(final viscosity), setback, peak time을 측정하였다.

### 시차 주사 열량측정법(differential scanning calorimetry, DSC)에 의한 상변이 특성

밀가루 현탁액의 상변이 특성을 시차 주사 열량측정기(DSC 7, Perkin-Elmer Co., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 스테인리스 팬에 밀가루 : 증류수가 3:7(w/w,

dry base)이 되도록 가수한 후 밀폐하여 시차 주사 열량측정기 작동 전에 상온에서 1시간 방치하였다. 시료가 든 DSC 팬은 1분간 10°C에서 냉각하고, 130°C까지 1분에 10°C씩 온도를 증가시켰다. 밀가루가 없는 스테인리스 팬을 대조구로 사용하였다. DSC thermogram으로부터 밀가루의 상변화에 흡수된 열량(enthalpy, J/g), 호화개시온도, 호화최고온도, 호화종료온도를 Lund과 Lorenz(16)의 방법에 의해 산출하였다.

### 밀가루 반죽 특성

밀가루 반죽의 수분흡수율 및 안정성은 Farinograph (820501, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 이용하여 Brabender 사의 Instruction Manual(no. 1727E) 및 AACC Method 54-21, 82-23(13)에 따라 밀가루 반죽의 특성을 측정하였다. 수분 함량 14.0%를 기준으로 밀가루 300 g을 계량하여 30±0.2°C로 예열한 mixing bowl에 넣어 기기를 작동시키면서 그래프 커브 중앙이 500 F.U.에 도달할 때까지 첨가된 수분량을 수분흡수량(water absorption, %)으로 나타내었다. Peak time은 반죽의 굳기가 최고점에 도달하는 시간이며 안정도(stability, min)는 그래프 커브의 윗부분이 500 B.U.에 도달하는 시간부터 시작하여 500 B.U.를 떠나는 순간까지의 시간(min)으로 나타내었다. 연화도(softening of dough, SOD<sub>20</sub>)는 커브의 윗부분이 500 B.U.에 도달하는 시점부터 20분 후의 커브 중심의 하강 정도를 500 B.U.로부터의 차이로 표시하였다.

반죽의 저항도(resistance)와 신장성(extensibility)은 texture analyzer(TA, TA-HD plus, Stable Micro System, Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 Barros 등(17)의 방법을 변형하여 측정하였다. 밀가루와 증류수(37% of flour weight)를 이용하여 반죽하고 랩핑하여 상온에 30분간 방치하였다. 반죽은 5×52×3 mm(폭×길이×높이)의 형태로 만든 후 수분 증발을 방지하기 위해 비닐랩으로 40분간 덮어두었다. 성형된 반죽을 평평한 금속판 위에 놓고 TA의 tension mode로 반죽의 저항도와 신장성을 측정하였다. Probe는 Kieffer dough and gluten extensibility rig를 사용하였고, TA의 측정 조건은 2.0 mm/s의 pre-test speed, 3.3 mm/s의 test speed, 10.0 mm/s의 post-test speed였으며, 반죽과 probe 사이의 거리는 75 mm였다.

### 통계분석

통계분석 XLSTAT(ver 2015, Addinsoft, Paris, France)를 사용하여 일원분산분석에 의해 시료 간 차이검증을  $P < 0.05$  수준에서 진행하였다. 시료 간 유의차가 있는 분석항목들은 Student-Newman-Keuls 다중비교방법에 의해 사후검증을 하여 각 시료 평균값 간 차이 여부를 분석하였다. 본 실험의 분석 항목 중 식이섬유 함량과 Farinograph는 2회 반복, 반죽의 저항도와 신장성은 8회 반복, 그 외의 실험은 3회 반복한 결과를 통계 분석에 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분, 식이섬유, 색도, 백도

시판 우리밀과 수입밀 강력분 밀가루의 수분, 회분, 조단백질, 식이섬유 함량 및 색도와 백도 측정 결과는 Table 1과 같다. 일반 성분 함량의 표기는 밀가루의 수분 함량을 14% (v/v) 기준으로 하여 표기하였다. 우리밀(D1~D3)의 수분 함량은 11.7~11.9%(w/w)로 수입밀의 13.9%보다 낮았다 ( $P < 0.05$ ). 회분 함량은 우리밀이 0.40~0.70%(w/w)이고, 수입밀이 0.43%(w/w)로 우리밀과 수입밀 사이에 통계적인 유의차는 없었다( $P \geq 0.05$ ). 그러나 D1의 경우 회분 함량이 밀가루 1등급 기준인 0.6%보다 높게 나타났으며, 실제로 2등급의 강력분 밀가루로 포장에 표기되어 있었다. 우리밀의 단백질 함량은 수입밀보다 낮게 나타났다( $P < 0.05$ ). 우리밀 밀가루 D3의 경우 단백질 함량이 9.7%로 나타나, 일반적으로 10% 이상의 단백질 함량을 보이는 제빵용 강력분 밀가루보다 다목적용인 중력분 밀가루로 분류된다고 판단된다(11). Jang 등(18)의 제빵용 밀가루 연구에서 국내 지역에 따른 밀가루의 단백질 함량은 11.74~14.03%로 보고되어, 본 연구에 사용된 시료 중 D3를 제외한 강력분 밀가루의 단백질 함량은 기존의 연구 결과와 유사하였다. 식이섬유 함량은 D3가 3.04%(w/w)로 가장 높게 나타났으며, 수입밀은 2.06%(w/w)로 나타났다.

밀가루의 색도 분석 결과 명도인 L값은 수입밀이 95.4로 우리밀(92.8~93.6)보다 높았다( $P < 0.05$ ). 적색도(a)와 청색도(b)는 우리밀과 수입밀 사이에 뚜렷한 차이점은 발견되지 않았다. 백도는 수입밀이 73.7로 우리밀의 백도 분석 결과(67.7~71.5)보다 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). Cheong(19) 및

**Table 1.** Moisture, ash, protein, fiber contents, color, and whiteness of imported and domestic strong wheat flour

Sample <sup>1)</sup>	Moisture content (%) <sup>2)</sup>	Ash content (%) <sup>2)</sup>	Protein content (%) <sup>2)</sup>	Fiber content (%) <sup>2)</sup>	Color			Whiteness
					L	a	b	
I	13.9±0.1 <sup>a3)</sup>	0.43±0.02 <sup>ns4)</sup>	12.9±0.1 <sup>a</sup>	2.06±0.33 <sup>b</sup>	95.4±0.5 <sup>a</sup>	0.51±0.02 <sup>c</sup>	9.09±0.06 <sup>b</sup>	73.7±0.1 <sup>a</sup>
D1	11.9±0.1 <sup>b</sup>	0.70±0.01	12.8±0.2 <sup>b</sup>	2.79±0.03 <sup>a</sup>	92.8±1.0 <sup>b</sup>	0.85±0.05 <sup>a</sup>	10.1±0.11 <sup>a</sup>	67.6±0.2 <sup>d</sup>
D2	11.8±0.2 <sup>b</sup>	0.58±0.04	12.0±0.1 <sup>c</sup>	1.60±0.22 <sup>b</sup>	92.7±0.9 <sup>b</sup>	0.63±0.02 <sup>b</sup>	9.09±0.10 <sup>b</sup>	71.1±0.1 <sup>c</sup>
D3	11.7±0.2 <sup>b</sup>	0.40±0.23	9.7±0.1 <sup>d</sup>	3.04±0.09 <sup>a</sup>	93.6±0.9 <sup>b</sup>	0.49±0.04 <sup>c</sup>	9.35±0.19 <sup>b</sup>	71.5±0.1 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Samples I, D1, D2, and D3 means imported flour, domestic flour 1, 2, and 3, respectively.

<sup>2)</sup>Percentages based on 14% (w/w) moisture content.

<sup>3)</sup>Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at  $P < 0.05$ .

<sup>4)</sup>Not significant.

**Table 2.** Characteristics of solvent retention capacity (SRC), water absorption index (WAI), and water solubility index (WSI) for imported and domestic strong wheat flour

Sample <sup>1)</sup>	SRC (%)					WAI	WSI
	SCSRC <sup>2)</sup>	SUSRC	LASRC	GPI	WRC		
I	83.5±0.52 <sup>a3)</sup>	96.9±0.41 <sup>a</sup>	117.5±0.86 <sup>a</sup>	0.65±0.00 <sup>a</sup>	66.4±1.22 <sup>a</sup>	1.91±0.04 <sup>a</sup>	5.29±0.02 <sup>c</sup>
D1	69.3±1.21 <sup>c</sup>	81.9±1.89 <sup>d</sup>	78.2±2.76 <sup>c</sup>	0.52±0.02 <sup>b</sup>	57.9±1.13 <sup>b</sup>	1.72±0.00 <sup>b</sup>	6.23±0.07 <sup>a</sup>
D2	67.4±0.29 <sup>d</sup>	83.0±2.18 <sup>c</sup>	83.6±1.26 <sup>b</sup>	0.56±0.02 <sup>b</sup>	58.2±1.28 <sup>b</sup>	1.72±0.01 <sup>b</sup>	5.83±0.09 <sup>b</sup>
D3	74.1±0.96 <sup>b</sup>	86.4±0.19 <sup>b</sup>	80.0±1.55 <sup>c</sup>	0.50±0.01 <sup>b</sup>	59.3±0.61 <sup>b</sup>	1.74±0.02 <sup>b</sup>	6.34±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples I, D1, D2, and D3 means imported flour, domestic flour 1, 2, and 3, respectively.

<sup>2)</sup>SCSRC, SUSRC, LASRC, GPI, and WRC mean sodium carbonate SRC, sucrose SRC, lactic acid SRC, gluten performance index, and water retention capacity, respectively.

<sup>3)</sup>Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at  $P<0.05$ .

Kim과 Chung(9)의 연구에서도 전반적으로 수입밀의 명도(L)와 백도가 높게 나타나는 경향을 보여주었다.

**용매보유능, 수분흡수지수, 수분용해지수**

우리밀과 수입밀 강력분 밀가루의 용매보유능, 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Table 2와 같다. 용매보유능 특성인 SRC의 측정 항목에서 sodium bicarbonate SRC(SCSRC), sucrose SRC(SUSRC), lactic acid SRC(LASRC)는 각각 밀가루 전분 손상도, 펜토산 형성, 글루텐 형성과 관련이 있다고 알려져 있으며, water SRC는 밀가루의 수분 흡수 능력을 보여주는 지표이다(20). SCSRC는 수입밀이 83.5%로 우리밀(67.4~74.1%)보다 높게 나타났으며, 수입밀의 전분 손상도가 높은 것으로 판단된다. 기존의 Kim과 Chung(9)의 연구에서도 수입밀의 전분 손상도가 높게 나타나 본 연구 결과와 유사하였다. 펜토산과 관련된 SUSRC는 수입밀이 우리밀보다 높게 나타났다( $P<0.05$ ). LASRC는 수치가 높을수록 글루텐 품질이 좋으며, 우리밀의 수치는 78.2~83.6%로 수입밀의 117.5%보다 낮게 나타났다. 최근 용매보유능 특성인 SCSRC, SUSRC, LASRC를 이용하여 계산한 gluten performance index를 밀가루의 품질 지수로 사용하고 있다(21). 수입밀이 0.65로 우리밀의 0.50~0.56보다 높아( $P<0.05$ ) 상대적으로 제빵 적성이 좋을 것이라 판단된다. 수분보유능인 WRC에서는 수입밀 강력분이 상대적으로 높은 수분보유능력을 보여주었다( $P<0.05$ ). 수입밀의 높은 용매보유능 수치는 Kim과 Chung(9)의 연구 결과에서도 보고되었다.

수분흡수지수는 형성되는 젤의 부피와 관련이 있으며(22), 수입밀이 우리밀보다 더 많은 양의 물을 흡수하는 것으

로 나타났고( $P<0.05$ ), 우리밀 밀가루 시료 간에 유의적인 차이는 없었다( $P\geq 0.05$ ). 수분용해지수는 밀가루에서 용출되는 수용성 고형분의 양과 관련이 있다(23). 우리밀에서 용출되는 수용성 고형분의 양이 수입밀보다 많았다( $P<0.05$ ). 수분흡수지수와 수분용해지수는 서로 반대되는 경향성을 보였으며, 이러한 경향성은 Robin 등(24)과 Della Valle 등(25)에서 동일하게 보고되었다.

**밀가루 점도 특성**

본 연구에 사용된 우리밀과 수입밀 강력분 밀가루의 RVA에 의한 점도 특성은 Table 3과 같다. 우리밀은 최고 점도가 1,304.4~1,378.8 cp로 수입밀분의 1,531.2 cp보다 낮았다( $P<0.05$ ). 최저점도인 trough viscosity는 수입밀에서 1,047.6 cp로 가장 높았으며, 우리밀 밀가루 시료 중 D2는 1,003.2 cp로 높게 나타났다. 최고점도와 최저점도의 차이인 breakdown은 최고점도가 높을수록 크게 나온다는 연구 결과가 있으며(26), 본 연구에서도 최고점도가 높은 수입밀에서 breakdown의 수치가 높게 나왔다. 최종점도는 우리밀에서 1,682.4~1,972.8 cp로 수입밀의 1,839.6 cp와 비교해서 D1은 유사하고, D2는 높게 나타났고( $P<0.05$ ), D3은 낮게 나타났다( $P<0.05$ ). 전분 노화와 관련된 setback은 수입밀과 우리밀 D3 시료에서 각각 793.2 cp와 766.8 cp로 낮게 나타났지만, 우리밀 D1과 D2에서 높게 나타났다. 이러한 호화 특성 결과는 우리밀의 품질이 제조회사마다 차이가 있음을 보여준다. 수입밀의 호화 특성은 기존의 연구에서도 편차가 적다고 보고되었으나(27), Kim과 Chung(9) 및 본 연구에서는 우리밀 밀가루의 호화 특성의 편차가 있음을 보여주었다. 이 결과는 균일한 품질을 요구하는 대형 제빵업체

**Table 3.** Pasting properties by rapid viscometer analyzer (RVA) for imported and domestic strong wheat flour

Sample <sup>1)</sup>	Peak viscosity (cp)	Trough viscosity (cp)	Breakdown (cp)	Final viscosity (cp)	Setback (cp)	Peak time (min)
I	1,531.2±7.0 <sup>a2)</sup>	1,047.6±12.5 <sup>a</sup>	483.6±7.8 <sup>a</sup>	1,839.6±11.0 <sup>b</sup>	793.2±20.3 <sup>c</sup>	6.25±0.04 <sup>a</sup>
D1	1,304.4±17.9 <sup>c</sup>	933.6±16.5 <sup>c</sup>	370.8±23.5 <sup>b</sup>	1,864.8±17.0 <sup>b</sup>	931.2±15.5 <sup>b</sup>	5.93±0.07 <sup>c</sup>
D2	1,378.8±7.6 <sup>b</sup>	1,003.2±23.8 <sup>b</sup>	375.6±25.2 <sup>b</sup>	1,972.8±27.2 <sup>a</sup>	970.8±12.1 <sup>a</sup>	6.05±0.04 <sup>b</sup>
D3	1,314.0±13.2 <sup>c</sup>	915.6±23.0 <sup>c</sup>	398.4±11.2 <sup>b</sup>	1,682.4±8.7 <sup>c</sup>	766.8±14.6 <sup>c</sup>	6.18±0.04 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples I, D1, D2, and D3 means imported flour, domestic flour 1, 2, and 3, respectively.

<sup>2)</sup>Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at  $P<0.05$ .

**Table 4.** Phase transition properties by differential scanning calorimetry (DSC) for imported and domestic strong wheat flour

Sample <sup>1)</sup>	Onset temperature (°C)	Peak temperature (°C)	End temperature (°C)	$\Delta H^*$ (J/g)
I	57.6±0.2 <sup>b2)</sup>	64.7±0.3 <sup>ns3)</sup>	71.5±0.2 <sup>ab</sup>	6.20±0.15 <sup>c</sup>
D1	59.8±0.4 <sup>a</sup>	65.2±0.3	71.1±0.7 <sup>ab</sup>	6.71±0.01 <sup>b</sup>
D2	59.5±0.0 <sup>a</sup>	64.9±0.0	70.2±0.2 <sup>b</sup>	6.67±0.06 <sup>b</sup>
D3	59.5±0.1 <sup>a</sup>	65.2±0.3	72.0±1.0 <sup>a</sup>	7.13±0.10 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples I, D1, D2, and D3 means imported flour, domestic flour 1, 2, and 3, respectively.

<sup>2)</sup>Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at  $P<0.05$ .

<sup>3)</sup>Not significant.

**Table 5.** Dough properties of imported and domestic strong wheat flour

Sample <sup>1)</sup>	Farinograph				Resistance (g)	Extensibility (mm)
	WA <sup>2)</sup> (%)	Peak time <sup>3)</sup> (min)	Stability <sup>4)</sup> (min)	SOD <sub>20</sub> <sup>5)</sup> (F.U.)		
I	64.0±0.0 <sup>a6)</sup>	8.0±0.1 <sup>a</sup>	35.7±1.3 <sup>a</sup>	0.0±0.0 <sup>c</sup>	162.1±2.01 <sup>a</sup>	17.9±0.2 <sup>a</sup>
D1	62.0±1.4 <sup>b</sup>	6.1±1.5 <sup>b</sup>	27.5±0.8 <sup>b</sup>	10.0±0.0 <sup>c</sup>	129.3±1.88 <sup>c</sup>	14.9±0.3 <sup>b</sup>
D2	61.0±0.0 <sup>c</sup>	3.5±0.3 <sup>c</sup>	19.4±0.8 <sup>c</sup>	35.0±7.1 <sup>b</sup>	140.2±1.54 <sup>b</sup>	13.3±0.1 <sup>c</sup>
D3	61.2±0.5 <sup>c</sup>	2.1±1.4 <sup>c</sup>	13.6±3.7 <sup>d</sup>	60.0±14.1 <sup>a</sup>	137.8±1.62 <sup>b</sup>	9.7±0.2 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Samples I, D1, D2, and D3 means imported flour, domestic flour 1, 2, and 3, respectively.

<sup>2)</sup>WA means water absorption.

<sup>3)</sup>Time for peak viscosity of the dough.

<sup>4)</sup>Time from the departure time to the arrival time of the farinograph curve.

<sup>5)</sup>SOD<sub>20</sub> means softening of dough at 20 min.

<sup>6)</sup>Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at  $P<0.05$ .

에서 우리밀을 사용하여 생산하는 제품의 경우 소비자 및 생산자가 기대하는 품질의 범위를 벗어날 가능성이 있음을 내포하고 있다.

### 시차 주사 열량측정법에 의한 상변이 특성

DSC에 의한 밀가루의 상변이 특성은 전분의 구조와 관련이 있다(28). 우리밀과 수입밀의 상변이 특성 결과는 Table 4와 같다. 수입밀의 상변이를 위한 시작 온도는 57.6°C로 59°C대의 시작온도를 가진 우리밀보다 낮게 나타났다. 상변화에 필요한 열량도 우리밀은 6.67~7.13 J/g이 필요하였으나, 수입밀은 6.20 J/g으로 비교적 낮았다( $P<0.05$ ). 이러한 결과는 밀가루가 고체인 결정 상태에서 액체 상태로 호화되어 상변이가 이루어질 때 우리밀에서 더 많은 에너지를 필요함을 의미한다.

### 밀가루 반죽 특성

우리밀과 수입밀 강력분의 farinograph에 의한 반죽 특성은 Table 5와 같다. 반죽의 최적 상태(500 F.U.)까지 필요한 수분의 양을 계산한 수분흡수율은 수입밀이 64%로 우리밀보다 높게 나타났으며, 수분흡수지수(Table 2)와 동일한 경향을 보였다. 우리밀은 61.0~62.0%의 수분흡수율을 보였다. 반죽을 시작하여 최대 반죽강도까지 소요 시간을 보여주는 peak time은 우리밀이 2.1~6.1분으로 8.0분인 수입밀보다 짧은 시간에 최적의 반죽 상태에 도달하였다. 그러나 반죽이 유지되는 반죽 안정도 시간은 수입밀이 35.7분으로 13.6~27.5분인 우리밀보다 길게 나타났다. 전반적으로 우리밀 밀가루를 이용하였을 경우 반죽 형성 및 유지 시간이 짧았다. SOD<sub>20</sub>은 20분 후 반죽의 단단함이 500 F.U.에서

얼마나 내려갔는가를 측정하는 것으로 일반적으로 75 F.U. 이하를 좋은 제빵용 밀가루로 구분한다(11). 수입밀에서는 변화가 없었으나 우리밀은 D3에서 60.0 F.U.의 변화를 보였다. 이러한 결과는 우리밀 밀가루 반죽의 반죽 안정도가 낮기 때문에 판단되나, 우리밀의 결과도 기준치 이내로 밀가루의 반죽 변화에 있어서 이상이 없다고 생각된다.

TA를 이용한 반죽의 저항도와 신장성은 Table 5와 같다. 반죽의 저항도는 우리밀이 129.3~140.2 g으로 수입밀(162.1 g)보다 낮았으며, 반죽의 신장성도 동일한 경향성을 보였다. 본 연구에서 우리밀의 낮은 저항도와 신장성은 낮은 단백질 함량이 원인으로 보인다(Table 1). 특히 D3의 단백질 함량은 9.7%로 중력분에 해당하는 단백질을 가지고 있으며 반죽의 신장도가 다른 시료와 비교해서 매우 낮았다. 또한, 우리밀 밀가루 반죽의 안정도 유지 시간이 짧은 원인도 낮은 저항도와 신장성에 기인한다고 판단된다.

## 요 약

시판 우리밀 강력분 밀가루의 품질 특성을 국내 대표적인 제빵용 수입밀 강력분 밀가루와 비교하였다. 우리밀 시판 강력분 제품은 수입밀 밀가루 제품과 비교해 수분 함량, 단백질 함량, 명도 및 색도가 낮게 나타났다. 용매보유능(SRC), gluten performance index(GPI), 수분흡수지수에서 시판 수입밀 강력분 밀가루가 높게 나타났으며, 수분용해지수는 우리밀 강력분 밀가루에서 높게 나타났다. 수입밀 강력분의 경우 전분 손상도와 관련된 SCSRC가 83.5%로 우리밀 강력분의 67.3~74.1%보다 높았으나, 글루텐 형성을 나타내는 LASRC가 낮게 나타났다. 최근 중요하게 인지되고 있는 GPI

는 수입밀의 경우 0.65로 나타났으며, 우리밀은 0.5대의 수치를 보여 우리밀의 품질이 낮은 것으로 나타났다. 수분흡수 지수에서는 수입밀이 더 많은 수분을 흡수하였으며, 그와 반대로 수분용해지수에서는 수입밀이 더 적은 양의 수용성 고형분이 용출되었다. Rapid visco analyzer를 통한 점도 특성에서 전분의 노화 지표인 setback 수치가 수입밀과 우리밀 D3 시료에서 낮게 나타났다. 우리밀 시료 사이의 호화 특성에서 유의적인 차이가 나타나, 같은 강력분 밀가루 내에서 점도 특성의 차이가 있었다. 밀가루 전분의 상변이 특성에서는 시판 강력분 수입밀 밀가루의 경우 상변화에 필요한 에너지가 6.2 J/g으로 우리밀의 6.67~7.13 J/g보다 낮았다. 밀가루 반죽 특성 분석 결과 수입밀의 경우 수분흡수율이 높았고, 반죽의 안정도 시간이 길게 나타났다. 우리밀 반죽의 저항도 및 신장성은 수입밀보다 낮았다.

### 감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업(과제번호: 312049-04) 및 미래창조과학부의 재원으로 한국식품연구원의 주요사업(과제번호: E0171500-02)의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

1. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2016. *Agriculture, food and rural affairs statistics yearbook*. MAFRA, Sejong, Korea. p 294-307.
2. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2011. *Major statistics of food, agriculture, forestry and fisheries*. MAFRA, Sejong, Korea. p 32-101.
3. Choi YS, Lee JK, Choi YH, Kim YH, Kang CS, Shin M. 2015. Quality characteristics of wheat flours from new released Iksan370 with long spike and domestic wheat cultivars. *Korean J Food Cook Sci* 31: 551-556.
4. Jin HY, Kim BY. 2011. Analysis for consumers' opinion regarding domestic wheat bread. *J Con Pol Stud* 40: 205-222.
5. Kim KH, Kang CS, Seo YW, Woo SH, Heo MR, Choo BK, Lee CK, Park KG, 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.
6. Park DJ, Ku KH, Kim CJ, Lee SJ, Yang JL, Kim YH, Kim CT. 2003. Quality characteristics of Korean wheat noodle by formulation of foreign wheat flour and starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 67-74.
7. Kim WM, Lee GH. 2015. Comparison of imported wheat flour bread making properties and Korean wheat flour bread making properties made by various bread making methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 434-441.
8. Choi JS, Lee SH, Rha YA, Kim JH. 2016. Physicochemical and sensory characteristics of pizza dough prepared with domestic and imported wheat flour. *Korean J Food Sci Technol* 48: 366-371.
9. 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.
10. Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, Kim KJ, Park KH, Kim JG. 2010. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars I. Flour characteristics. *Korean J Breed Sci* 42: 61-74.
11. Shin GM. 2008. *Cereal and baking science of technology*. Kimoonsa, Seoul, Korea. p 170-217.
12. Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, Kim KJ, Park KH, Kim JG. 2010. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars II. End-use properties. *Korean J Breed Sci* 42: 75-86.
13. AACC. 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 10th ed. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA. Method 44-15A, 08-01, 32-07, 46-12, 54-21, 56-11A, 76-21, 82-23.
14. Duyvejonck AE, Lagrain B, Pareyt B, Courtin CM, Delcour JA. 2011. Relative contribution of wheat flour constituents to solvent retention capacity profiles of European wheats. *J Cereal Sci* 53: 312-318.
15. Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59: 265-269.
16. Lund D, Lorenz KJ. 1984. Influence of time, temperature, moisture, ingredients, and processing conditions on starch gelatinization. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 20: 249-273.
17. Barros F, Alviola JN, Tilley M, Chen YR, Pierucci VRM, Rooney LW. 2010. Predicting hot-press wheat tortilla quality using flour, dough and gluten properties. *J Cereal Sci* 52: 288-294.
18. Jang HR, Park JS, Shin S, Shin GM. 2008. Properties of white pan breads made with Korean and imported wheat flours. *Korean J Food Preserv* 15: 884-890.
19. Cheong G. 2001. Quality characteristics of Korean wheat flour and imported wheat flour. *Korean Soc Community Living Sci* 12: 23-27.
20. Guttieri MJ, Becker C, Souza EJ. 2004. Application of wheat meal solvent retention capacity tests within soft wheat breeding populations. *Cereal Chem* 81: 261-266.
21. Kweon M, Slade L, Levine H. 2011. Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes and in wheat breeding - A review. *Cereal Chem* 88: 537-552.
22. Mason WR, Hosney RC. 1986. Factors affecting the viscosity of extrusion-cooked wheat starch. *Cereal Chem* 63: 436-441.
23. Ding QB, Ainsworth P, Tucker G, Marson H. 2005. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. *J Food Eng* 66: 283-289.
24. Robin F, Théoduloz C, Gianfrancesco A, Pineau N, Schuchmann HP, Palzer S. 2011. Starch transformation in bran-enriched extruded wheat flour. *Carbohydr Polym* 85: 65-74.
25. Della Valle G, Colonna P, Patria A, Vergnes B. 1996. Influence of amylose content on the viscous behavior of low hydrated molten starches. *J Rheol* 40: 347-362.
26. Shin SN, Kim SK. 2003. Properties of instant noodle flours produced in Korea. *Cereal Foods World* 48: 310-314.
27. Shin SN, Kim SK. 2005. Physicochemical properties of Korean raw noodle flours. *Korean J Food Sci Technol* 37: 418-424.
28. John A, Shastri PN. 1998. Studies on food macromolecules by Differential Scanning Calorimetry: A critical appraisal. *J Food Sci Technol* 35: 1-14.