

시판 우리밀과 수입밀 중력 밀가루의 품질 특성 비교

곽한섭 · 김미정 · 김 훈¹ · 김상숙*

한국식품연구원 감각인지연구단, ¹한국식품연구원 스마트유통시스템연구단

Quality characteristics of domestic and imported commercial plain wheat flour

Han Sub Kwak, Mi Jeong Kim, Hoon Kim¹, and Sang Sook Kim*

Research Group of Cognition and Sensory Perception, Korea Food Research Institute

¹Research Group of Smart Food Distribution System, Korea Food Research Institute

Abstract The aim of this study was to compare the physicochemical properties of domestic and imported commercial plain wheat flour and dough. Four types of domestic wheat flour (DW; DW1-4) were compared to four types of imported wheat flour (IW; IW1-4). DWs exhibited lower moisture content, lightness (L), and whiteness, and higher protein content, redness (a), and yellowness (b), than those exhibited by IWs. Solvent retention capacity of DWs and IWs was similar; however, DWs showed higher gluten performance index. Pasting properties, analyzed by rapid visco analyzer (RVA), were similar for DW1, DW2, and IWs; however, DW3 and DW4 showed different RVA patterns. Considering that DW3 and DW4 were organic wheat flour, possible incorporation of damaged kernel might increase amylase activities resulting in decreased peak viscosity. Dough resistance (108.4-159.9 g) and extensibility (11.8-16.7 mm) of IWs were higher than those of DWs (78.0-118.7 g, 8.7-12.5 mm, respectively).

Keywords: wheat, flour, domestic, imported, plain wheat flour

서 론

국내 식습관의 서구화로 인하여 지속적으로 육류 소비가 증가하고 있는 반면, 양곡의 국민 1인당 연간 소비량은 1995년 약 160 kg에서 2014년 약 117 kg으로 지난 20년 동안 꾸준히 감소하는 경향성을 보이고 있다(1). 그러나 양곡 소비량의 감소 추세속에서 1995년 이후 국민 1인당 연간 밀가루 소비량은 30 kg 이상으로 소비량이 꾸준히 유지되고 있다(1). 밀가루의 대부분은 수입에 의존하고 있어, 국내 자급률이 약 1% 정도로 국내 자급률이 매우 낮은 작물이다(1). 대부분 수입밀에 의존하는 국내 제분산업의 경우 최근 기후변동에 의한 국제 곡물 가격 변동에 직접적인 영향을 받고 있다. 이러한 문제해결을 위해, 정부에서는 국내 밭 작물 자급률 향상을 위해 노력하여 우리밀의 재배 면적은 증가하고 있으나, 우리밀의 지역별 품질 편차가 문제점으로 지적되었다(2). 품질적인 문제에도 불구하고 소비자들은 우리밀을 이용한 제품에 대해 많은 관심을 가지고 있으며, 우리밀 제품을 선택하는데 있어서 생협을 통한 유통과 가격 경쟁력을 중요하게 생각하는 것으로 조사되었다(3).

시중에 유통되는 밀가루는 크게 용도에 따라 제빵용인 강력,

다목적용인 중력, 제과용인 박력 밀가루로 구분된다. 중력 밀가루는 단백질 함량이 9.5-12%이고, 주로 제면용으로 사용되며 국내 밀가루 소비량의 약 절반을 차지한다(4-6). 우리밀은 제면 및 제과용에 적합하다고 알려져 있어(7), 우리밀 밀가루를 이용한 제면 적성 연구가 다수 보고되어 있다. Park 등(8)은 우리밀 11품종과 미국 Dark Northern Spring 및 호주 Standard White 밀가루를 이용하여 건면을 제조하여 제면 특성을 분석한 결과, 탑동밀, 알찬밀, 금강밀의 제면 특성이 호주 standard white와 유사하다고 보고하였다. 우리밀에 녹말과 수입밀을 혼합한 우리밀 국수의 품질특성에 대한 연구에서 반죽에 사용된 밀가루의 30%까지 수입밀을 우리밀로 대체하여도 3% 이상의 녹말 첨가 시 수입밀을 사용한 대조군 국수와 유사한 품질 특성이 나타났음을 보였다(9). Kang 등(10)은 우리밀 26품종에 대한 생면 적성 평가에 대한 연구를 진행하여, 일부 품종의 경우 수입밀과 유사한 품질 특성을 보여주었다. 또한, 부제료를 첨가한 우리밀 제면 연구도 다수 보고되었다(11-13). Kim(11,12)은 우리밀에 적체와 송화를 추가하여 제조한 생면의 품질 특성을 연구하였으며, Park 등(13)은 석류외 피분발을 첨가한 생면의 조리 특성에 대해서 보고하였다. 최근, 제면용 밀가루 중 최근에 외식 문화의 발달 및 간편식에 대한 소비자 요구에 따라 집에서 간단히 조리하여 먹는 파스타의 소비가 급증하고 있다(14). 이러한 식생활 변화에 따라서 파스타 제면에 주로 사용되는 듀럼밀(*Triticum aestivum* L.)을 가공한 semolina 또는 rimacinata에 우리밀을 일정 부분 혼합하여 제조한 파스타면의 조리 특성에 대한 연구도 보고되어 우리밀의 다양한 제면 적용 연구가 진행되었다(15,16).

우리밀 품종과 수입밀 품종의 밀가루 비교 연구는 일부 보고되었으나(2,10,17), 용도별로 세분화된 시판 밀가루 제품 단위에

*Corresponding author: Sang Sook Kim, Research Group of Cognition and Sensory Perception, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea
Tel: +82-31-780-9042
Fax: +82-31-780-9059
E-mail: sskim@kfri.re.kr
Received January 18, 2017; revised March 7, 2017;
accepted March 8, 2017

서의 연구는 아직 보고된바 없다. 밀가루는 그 용도에 따라 구분되며 현재 국내에서 중력 밀가루가 가장 많이 사용되는 점을 감안해 볼 때, 우리밀 중력 밀가루 품질 특성에 대한 연구가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 시판중인 우리밀 중력 밀가루 4종과 수입밀 중력 밀가루 4종의 품질 특성을 비교하여, 우리밀 중력 밀가루의 제분 연구, 품질 향상 및 제면 가공적성연구를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용된 중력 밀가루는 2013년 시중 마트(E-mart, Seongnam, Korea)에서 구입하였다. 구입한 밀가루의 유통 기한은 ± 2 개월의 차이로 최대한 근접한 유통기한을 가진 밀가루를 구매하였다. 시판 우리밀 중력 밀가루 4종(DW1, DW2, DW3, DW4) 및 수입밀 중력 밀가루 4종(IW1, IW2, IW3, IW4)을 실험에 이용하였다. DW2와 DW4는 중력 통밀가루로 포장재에 표기되어 있었으며, 국내 밀가루 규격에 통밀가루에 대한 기준 규격은 없는 상태이다. 우리밀 중 시판 마트에서 구입할 수 있는 제품이 매우 한정되어 있어, 본 연구에 사용된 우리밀 중력분 밀가루의 시료 숫자를 늘리기 위해서 사용하였다. DW3과 DW4는 유기농 인증을 받은 유기농 밀가루였다.

일반성분, 섬유질 함량, 색도, 백도

일반성분으로 수분, 회분, 단백질 함량을 AACC 방법(18)에 의해 측정하였다. 수분은 AACC 방법 44-15A인 air oven 방법, 회분 함량 측정은 AACC 방법 08-01인 직접회화법을 이용하여 측정하였다. 조단백질 함량은 AACC 방법 46-12의 Micro-Kjeldahl 방법에 의해 Kjeltec auto sampler system 1035 analyser (Tecator Co., Höganäs, Sweden)를 이용하여 측정한 뒤 질소계수(5.95)를 곱하여 구하였다. 밀가루의 섬유질 함량은 AACC 방법 32-07을 이용하여 측정하였다. 색도는 휴대용 색도계(Spectrophotometer CM-700d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter system (L, a, b)으로 표기하였다. 곡물용 백도계(Whiteness tester, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 사용하여 밀가루의 백도를 측정하였다.

용매보유능, 수분흡수지수, 수분용해지수

용매보유능(solvent retention capacity, SRC)은 Duyvejonck 등(19)의 방법을 변형하여 탄산소듐(sodium carbonate) SRC (SCSRC), 슈크로스(sucrose) SRC (SUSRC), 젖산(lactic acid) SRC (LASRC), water SRC (WSRC)를 측정하였다. 5% (v/v) 탄산소듐 용액, 50% (w/w) 설탕물, 5% (w/w) 젖산 용액 및 증류수 25 mL와 밀가루 5 g을 원심분리용기에 넣고 20분간 진탕혼합 한 뒤 6,000×g에서 15분간 원심분리하였다. 그 후 상층액을 제외한 침전물의 무게를 이용하여 각각의 용매보유능을 구하였다. LASRC를 SCSRC와 SUSRC를 합한 값으로 나누어 Gluten Performance Index (GPI)를 구하였다(20).

수분흡수지수(water absorption index, WAI)와 수분용해지수(water solubility index, WSI)는 Anderson(21)의 방법을 변형하여 측정하였다. 원심분리 튜브에 증류수 50 mL와 밀가루 2.5 g을 넣고 잘 혼합한 뒤, 30°C에서 30분간 방치 후 3,000×g에서 10분간 원심분리하였다. WSI는 원심 분리된 상등액을 105°C에서 완전히 건조 후 남아있는 고형분의 무게를 측정하여, 밀가루 2.5 g을 기

준으로 백분율로 표기하였다. WAI는 침전물의 무게를 측정하여, 밀가루 1 g (dry basis)당 함유된 수분함량을 계산하였다.

Rapid visco analyzer (RVA)에 의한 점성특성

AACC 방법 76-21(18)에 따라 RVA (RVA Model 3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 밀가루의 점성 특성을 측정하였다. 밀가루(3.5 g, 14% (w/w) 수분함량 기준)와 증류수(25 mL)를 이용하여 현탁액 만들어 점도특성을 측정하였다. 현탁액을 RVA에서 1분간 50°C로 유지하고, 7.5분간 95°C까지 온도를 균일한 속도로 증가시킨 뒤, 2분간 유지하고, 7.5분 동안 온도를 낮춰 50°C에 이르게 하였다. 최고점도(peak viscosity), 95°C에서 2.5분간 유지한 후 측정된 강하점도(trough viscosity), breakdown값, 최종점도(final viscosity), setback값, peak time을 측정하였다.

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

시차 주사 열량측정기(DSC 7, Perkin-Elmer Co., Waltham, MA, USA)를 이용하여 밀가루 현탁액의 상변이 특성을 측정하였다. DSC용 스테인리스 팬에 증류수:밀가루 비율이 7:3 (w/w, 밀가루는 건조물 기준)이 되도록 하고 밀폐한 뒤 상온에서 1시간 방치하였다. 시료가 든 DSC용 스테인리스강 팬은 1분 동안 10°C에서 냉각 후, 1분에 10°C씩 온도를 증가시켜 130°C에 이르게 하였다. 대조구로는 밀가루가 없는 DSC용 스테인리스강 팬을 사용하였다. Lund(22)의 방법에 따라 DSC thermogram으로부터 밀가루 현탁액의 상변이 특성으로 호화개시온도, 호화최고온도, 호화 종료온도, 흡수된 열량(enthalpy, J/g)을 구하였다.

밀가루반죽 특성

페리노그래프(Farinograph) (820501, Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 이용하여 밀가루 반죽의 수분흡수율 및 물성을 제조사의 매뉴얼 및 AACC 방법 54-21와 82-23(18)에 따라 측정하였다. 밀가루(300 g, 14% (w/w) 수분함량 기준)를 mixing bowl (30±0.2°C)에 넣고 서서히 가수하며 반죽을 제조하였다. 반죽의 페리노그래프 그래프 커브 중앙이 500 F.U.에 도달할 때까지 넣은 물의 양을 수분흡수량(water absorption, %)으로 계산하였다. 반죽의 페리노그래프가 최고점에 도달하기까지의 시간을 peak time으로 하였다. 안정도(stability, min)는 반죽의 페리노그래프 그래프 커브의 윗부분이 500 F.U. 이상 유지하는 시간(min)으로 측정하였다. 연화도(softening of dough, SOD₂₀)은 반죽의 페리노그래프 커브의 윗부분이 500 F.U.에 도달 후 20분 뒤의 커브 중심 하강 정도를 측정하였다.

반죽의 저항도(resistance)와 신장성(extensibility)는 텍스처분석기(texture analyzer) (TA, TA-HD plus, Stable Micro System, Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 Barros 등(23)의 방법을 변형하여 측정하였다. 밀가루와 증류수(밀가루 무게 대비 37%)를 이용하여 반죽 후 밀봉하여 30분간 상온에서 방치하였다. 반죽을 5×52×3 mm (폭×길이×높이)의 형태로 성형 후 비닐랩을 덮고 40분간 상온에서 방치하였다. 그 후 반죽을 평평한 금속판 위에서 텍스처 분석기의 tension mode로 저항도와 신장성을 측정하였다. Probe는 Kieffer dough and gluten extensibility rig를 사용하였고, 반죽과 probe 사이의 거리는 75 mm이었다. 측정 조건은 2.0 mm/s의 pre-test speed, 3.3 mm/s의 test speed, 10.0 mm/s의 post-test speed였다.

통계분석

통계분석은 XLSTAT (ver 2015. Addinsoft, Paris, France)을 이용하였다. 각각의 실험 항목에서 시료간 차이 검증을 위해서 일원분산분석을 $\alpha=0.05$ 수준에서 시행하였다. 일원분산분석에서 유의차가 있을 경우 Student Newman-Keuls 다중비교방법에 의해 사후검증을 실시하였다($p<0.05$). 본 연구에서 섬유질함량과 패리노그래프의 측정은 2회 반복하였으며, 반죽의 저항도와 신장성은 8회 반복 측정하였고, 그 외의 실험은 3회 반복 실험하여 통계분석에 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분, 섬유질, 색도, 백도

우리밀과 수입밀 중력 밀가루의 수분, 회분, 단백질, 섬유질 함량 및 색도와 백도 측정 결과는 Table 1과 같다. 우리밀의 수분 함량은 11.5-13.6%로 수입밀의 수분함량(13.3-14.2%)보다 낮았다. 회분 함량은 밀가루의 품질을 결정하는 중요한 요소로 색상 및 제분율과 관련있으며, 국내 품질 기준상 0.6% 이하가 1등급이다(24). 우리밀 DW2와 DW4에서 회분함량은 각각 0.71 및 0.74% (w/w)로 2등급 품질 규격으로 나타났다. 이 두 제품은 기타 밀가루 및 2등급으로 표기되어 있었으며, 통밀제품으로 밀기울을 일부 사용하였을 것으로 추정된다. DW2와 DW4는 통밀가루의 회분 함량으로 알려진 1.5%에 미치지 못하여(25), 미국, 캐나다, 유럽에서 사용되는 통밀가루와는 차이가 있는 것으로 판단된다. 통밀의 회분 함량이 1.5% 정도 인 점을 고려할 때(25), DW2와 DW4는 100% 통밀가루가 아니라 대부분의 일반 밀가루에 밀기울을 일부 혼합하여 사용한 제품으로 추정된다. 현재 우리나라에는 현재 통밀가루에 대한 기준 규격 조항이 없으며, 이에 대한 기준 규격 설정이 필요하다고 판단된다. 우리밀의 단백질 함량 범위는 11.1-13.2% (w/w)이며, 수입밀의 단백질 함량 범위는 8.7-9.5% (w/w)이었다. Shin과 Kim(26)의 제면 연구에 사용된 수입 밀가루 단백질 함량범위는 7.99-9.75%로 나타났으며, 본 연구에 사용된 수입밀의 단백질 함량 역시 그 범위 내에 있었다. 우리밀은 11% 이상의 단백질 함량으로 일반적인 중력 밀가루 단백질 범위의 상단에 위치하였다. 섬유질 함량은 밀기울이 일부 함유되어 있는 DW2와 DW4에서 3.1%로 가장 높았으며, 나머지 샘플에서는 1.5-2.3%의 섬유질 함량을 보여주었다.

색도의 L값의 경우 우리밀 DW1만 수입밀(95.4-96.2)과 유사한 값을 나타냈으며, 나머지는 통계적으로 낮은 L값(92.8-94.1)을 보

였다($p<0.05$). 적색도와 청색도를 나타내는 a와 b 값은 우리밀이 약간 높게 측정되어, 우리밀의 적색과 청색 정도가 수입밀 보다 높았다. Kim과 Chung(17)의 연구 결과에서도 우리밀의 적색과 청색 정도가 높았으며 DW2와 DW4의 경우 밀기울을 일부 함유한 제품으로 밀기울로 인하여 적색과 청색이 높게 나타났다고 생각된다. 백도는 수입밀이 75.3-76.8 범위로 우리밀의 67.0-74.4 범위 보다 통계적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 우리밀 DW2 및 DW4는 통밀 제품으로 밀기울의 혼입에 의해 우리밀 DW1 및 DW3 보다 백도가 낮은 것으로 판단된다($p<0.05$). 이러한 경향은 수입 밀의 명도(L)와 백도가 높게 나타난 Kim과 Chung(17) 및 Cheong(27)의 연구 결과와 유사하였다. 통밀가루로 표기되어 판매중인 DW2 및 DW4는 일부 밀기울이 첨가되어 회분, 섬유질 함량이 높고, 흰색 정도가 낮은 것으로 나타났다.

용매보유능(SRC), 수분흡수지수, 수분용해지수

우리밀과 수입밀 중력분 밀가루의 SRC, 수분흡수지수 및 수분용해지수 측정 결과는 Table 2와 같다. SCSRC, SUSRC, LASRC는 각각 밀가루 전분 손상도, 펜토산 형성, 글루텐 형성과 관련이 있다고 알려져 있으며, WSRC는 밀가루의 수분 흡수 능력을 보여주는 지표이다(28). 우리밀의 SCSRC 범위는 68.00-79.23%로 수입밀의 범위(68.26-77.51%)와 유사하여, 비슷한 전분 손상도를 보였다. 본 연구결과는 수입밀의 전분 손상도가 높게 나타난 Kim과 Chung(17)의 결과와 다르게 나타났다. 반죽 시간 및 노화와 관련된 펜토산은 SUSRC와는 상관성이 높으며(24), 본 연구에서는 우리밀과 수입밀 사이에 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 글루텐의 품질을 나타내는 LASRC는 DW1, DW3, IW2, IW3의 경우 100% 이상으로 높게 나타났으며, IW1과 IW4 및 통밀제품인 DW2와 DW4에서 100% 미만으로 상대적으로 낮았다. GPI는 SCSRC, SUSRC, LASRC를 이용한 밀가루 품질 지수로 최근에 사용되고 있다(20). 우리밀과 수입밀 IW1에서 0.6 이상의 값을 나타냈으나, IW2, IW3, IW4에서는 0.6 이하의 값을 보여주었다. 일반적으로 단백질 함량이 높을 경우 GPI값이 높게 나타나(20), 우리밀의 단백질 함량이 높은 것이 이러한 차이의 원인으로 생각된다. 본 연구의 중력분 밀가루의 GPI 결과 값에 근거하여 우리밀이 높은 단백질 함량으로 인해 비교적 높은 가공적성을 내포하고 있을 것으로 추정한다. 수분보유능인 WSRC의 경우 우리밀이 56.00-60.51%로 수입밀의 54.04-57.88%보다 다소 높은 경향이 있었다.

수분흡수지수는 반죽의 부피와 관련이 있으며(29), 우리밀이 1.65-1.75, 수입밀이 1.69-1.74로 유사한 것으로 나타났다. WSRC

Table 1. Moisture, ash, protein, and fiber contents, color, and whiteness of domestic and imported plain wheat flour¹⁾

Sample	Moisture (%,w/w)	Ash (%,w/w)	Protein (%,w/w)	Fiber (%,w/w)	Color			Whiteness
					L	a	b	
DW1	13.6±0.3 ^{2) b3)}	0.34±0.01 ^c	11.5±0.1 ^b	1.5±0.1 ^d	95.6±1.7 ^a	0.43±0.02 ^d	9.13±0.32 ^b	74.4±0.2 ^d
DW2	11.5±0.2 ^e	0.71±0.02 ^a	11.1±0.1 ^c	3.1±0.1 ^a	93.1±1.1 ^b	0.75±0.04 ^a	9.91±0.17 ^a	67.0±0.2 ^g
DW3	12.4±0.1 ^d	0.38±0.00 ^b	11.6±0.2 ^b	2.0±0.0 ^c	94.1±0.3 ^b	0.48±0.01 ^c	8.77±0.20 ^c	71.9±0.1 ^e
DW4	13.1±0.2 ^c	0.74±0.02 ^a	13.2±0.1 ^a	3.1±0.1 ^a	92.8±0.6 ^b	0.53±0.03 ^b	9.20±0.07 ^b	69.4±0.1 ^f
IW1	13.5±0.2 ^{bc}	0.41±0.02 ^b	9.5±0.1 ^d	2.1±0.0 ^{bc}	96.2±1.0 ^a	0.32±0.02 ^e	8.77±0.06 ^c	76.8±0.3 ^a
IW2	13.3±0.1 ^{bc}	0.41±0.02 ^b	9.5±0.1 ^d	2.0±0.0 ^c	95.4±0.3 ^a	0.29±0.02 ^e	8.55±0.10 ^{cd}	76.1±0.1 ^b
IW3	14.2±0.1 ^a	0.38±0.02 ^b	8.7±0.0 ^f	2.2±0.0 ^{bc}	96.2±0.8 ^a	0.22±0.02 ^f	8.66±0.03 ^{cd}	75.9±0.1 ^b
IW4	14.1±0.3 ^a	0.42±0.03 ^b	9.1±0.0 ^e	2.3±0.2 ^b	95.9±0.2 ^a	0.32±0.02 ^e	8.35±0.01 ^d	75.3±0.1 ^c

¹⁾Percentages based on 14%(w/w) moisture content.

²⁾Measurements were triplicated and expressed as mean±standard deviation. Fiber contents were duplicated.

³⁾Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Student Newman-Keuls test.

Table 2. Characteristics of solvent retention capacity (SRC), water absorption index (WAI), and water solubility index (WSI) for domestic and imported plain wheat flour¹⁾

Sample	SRC ¹⁾					WAI	WSI
	SCSRC (%)	SUSRC (%)	LASRC (%)	GPI	WSRC (%)		
DW1	70.2±0.2 ^{2)cd3)}	85.4±0.6 ^{bc}	110.2±1.2 ^a	0.71±0.01 ^a	56.8±0.6 ^{bc}	1.65±0.01 ^c	6.37±0.06 ^a
DW2	79.2±2.0 ^a	84.4±0.4 ^{cd}	78.1±2.2 ^f	0.69±0.02 ^a	60.5±0.3 ^a	1.75±0.02 ^a	6.26±0.00 ^a
DW3	71.2±1.0 ^e	86.5±0.4 ^b	108.7±0.6 ^a	0.64±0.01 ^b	56.0±0.4 ^c	1.67±0.01 ^{bc}	6.37±0.04 ^a
DW4	68.0±1.1 ^d	86.2±0.6 ^b	82.8±0.1 ^e	0.62±0.01 ^b	57.2±0.6 ^b	1.68±0.01 ^b	5.82±0.02 ^b
IW1	69.6±0.6 ^{cd}	83.9±1.1 ^{cd}	95.7±0.8 ^c	0.62±0.01 ^b	54.7±0.2 ^d	1.69±0.01 ^b	4.94±0.16 ^c
IW2	75.4±1.1 ^b	90.0±1.0 ^a	105.4±2.3 ^b	0.58±0.01 ^c	57.7±0.9 ^b	1.73±0.01 ^a	5.27±0.05 ^d
IW3	77.5±1.3 ^a	89.6±0.1 ^a	103.0±2.3 ^b	0.54±0.01 ^d	57.9±0.4 ^b	1.74±0.01 ^a	5.50±0.14 ^c
IW4	68.3±0.6 ^d	83.6±1.3 ^d	87.6±1.3 ^d	0.48±0.01 ^e	54.0±0.3 ^d	1.69±0.00 ^b	5.23±0.11 ^d

¹⁾SCSRC, SUSRC, LASRC, GPI, and WSRC mean sodium carbonate SRC, sucrose SRC, lactic acid SRC, gluten performance index, and water retention capacity, respectively.

²⁾Measurements were triplicated and expressed as mean±standard deviation.

³⁾Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Student Newman-Keuls test.

Table 3. Pasting properties by rapid visco analyzer for domestic and imported plain wheat flour

Sample	Peak viscosity (RVU)	Trough viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Peak time (min)
DW1	114.3±1.5 ^{1)kd2)}	71.4±1.0 ^c	42.8±1.0 ^c	149.7±1.1 ^b	78.3±1.2 ^a	5.8±0.1 ^c
DW2	100.4±2.0 ^e	69.3±1.3 ^c	31.1±1.6 ^e	131.4±2.5 ^c	62.0±1.7 ^c	6.2±0.0 ^a
DW3	43.0±0.9 ^f	9.7±0.4 ^e	33.3±1.0 ^{de}	26.3±1.4 ^e	16.6±1.0 ^e	5.0±0.0 ^e
DW4	44.9±0.5 ^f	13.9±0.4 ^d	31.0±0.6 ^e	36.3±1.1 ^d	22.4±0.7 ^d	5.1±0.0 ^d
IW1	120.2±0.3 ^c	84.6±2.2 ^a	35.6±1.9 ^d	153.2±0.6 ^a	68.6±2.6 ^b	6.1±0.1 ^{ab}
IW2	134.8±2.1 ^b	82.6±0.9 ^a	52.3±2.1 ^b	148.6±1.8 ^b	66.1±1.8 ^b	6.1±0.1 ^{ab}
IW3	138.9±1.4 ^a	78.7±3.3 ^b	60.3±2.0 ^a	147.9±1.0 ^b	69.2±2.3 ^b	6.0±0.1 ^b
IW4	115.4±1.8 ^d	79.5±1.0 ^b	35.9±2.5 ^d	147.2±1.3 ^b	67.6±1.8 ^b	6.0±0.0 ^b

¹⁾Measurements were triplicated and expressed as mean±standard deviation.

²⁾Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Student Newman-Keuls test.

에서는 우리밀이 다소 높은 수치를 보여주었으나, 수분흡수지수는 유사하여, 우리밀과 수입밀간 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 수용성 고형분 함량과 관련 있는 수분용해지수(30)는 우리밀이 5.82-6.37로 수입밀의 4.94-5.27보다 높은 것으로 나타나, 우리밀의 경우 수용성 고형분 함량이 많은 것으로 예상된다. Della Valle 등(31)과 Robin 등(32)의 연구에서 수분흡수지수와 수분용해지수는 서로 반대되는 경향을 보였으나, 본 연구에서는 낮은 수분흡수지수를 가진 샘플의 경우 수분용해지수도 낮게 측정되었다. 즉, 우리밀과 수입밀 사이에서 수분흡수지수와 수분용해지수의 반대되는 경향성은 보이지 않았다. 향후 이에 대한 자세한 추가연구가 필요할 것으로 생각되며, 이러한 결과는 우리밀과 수입밀의 전분 구성이 다르기 때문으로 추정된다.

밀가루 점도 특성

RVA에 의한 우리밀과 수입밀 중력 밀가루의 점도 특성은 Table 3과 같다. DW3과 DW4의 점도 특성이 그 외의 시료와 다르게 나타났다. 최고 점도에서 DW3과 DW4가 각각 43.0 및 44.9 RVU로 다른 시료에 비해 매우 낮게 나타났다. 또한, 강하점도(Trough viscosity) 및 최종 점도도 다른 시료에 비해 낮게 나타났다. DW3과 DW4가 유기농 밀가루로 일반 밀가루인 다른 시료와 달리 유기농 재배에 허용된 농약의 최소량 사용으로 재배 및 수확 후 관리에 있어서 병해충에 취약했기 때문으로 생각된다. 병해충에 의하여 원곡이 손상되면 이로 인하여 아밀레이스(amylose) 활성이 높아져서 RVA 측정 점도가 낮아진 것으로 보여진다(33-35). 반면

에 일반 중력분 밀가루인 DW1의 점도 특성은 수입밀의 점도 특성과 유사하였다. 그러나 setback 값이 78.3으로 본 실험에 사용된 밀가루 시료 중에서 가장 높아, 노화가 쉽게 일어날 것으로 추정된다. 우리밀의 높은 setback 값은 Kim과 Chung(17)의 연구 결과에서도 보고되었다. 통밀가루인 DW2는 수입밀의 점도 특성보다 peak time을 제외하고 낮은 수치를 보여주었다($p<0.05$). 비교적 높은 회분 및 식이섬유 함량에 따른 낮은 전분함량에 의해 전분의 호화특성에 영향을 주었을 것이라 생각된다. 기존의 Kim과 Chung(17) 및 Shin과 Kim(26)의 연구와 같이 일부 우리밀(DW1)의 점도 특성은 수입밀과 유사한 경향을 보여주었다.

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

DSC에 의한 상변이는 전분의 구조와 관련이 있으며(36), 본 실험에 사용된 우리밀과 수입밀의 상변이 특성 결과는 Table 4와 같다. 우리밀의 호화개시 온도는 59.13-59.92°C 범위에 있었으며, 수입밀은 58.10-58.81°C의 범위로 우리밀이 약 1°C 정도 높은 것으로 나타났다. 상변이가 일어나는 호화 최고 온도는 우리밀이 64.19-65.75°C이고, 수입밀은 64.14-64.91°C로 유사하였다. 최종 온도에서도 우리밀과 수입밀의 범위가 각각 69.95-72.60°C와 69.77-71.33°C로 서로 비슷한 범위로 나타났다. 다른 밀가루 시료에 비해 통밀 제품인 DW2와 DW4의 경우 DSC에 의한 호화 최고 온도가 높게 나타났다($p<0.05$). 상변화에 필요한 열량은 우리밀이 6.34-6.87 J/g이고, 수입밀은 6.30-6.55 J/g으로 우리밀과 수입밀 사이에 차이는 없었다.

Table 4. Phase transition properties of domestic and imported plain wheat flour by differential scanning calorimetry

Sample	Onset temperature (°C)	Peak temperature (°C)	End temperature (°C)	ΔH^* (J/g)
DW1	59.13±0.19 ^{1)bc2)}	64.19±0.29 ^e	69.95±0.18 ^b	6.87±0.25 ^a
DW2	59.92±0.16 ^a	65.75±0.20 ^a	72.60±0.81 ^a	6.65±0.05 ^{ab}
DW3	59.26±0.17 ^{ab}	64.36±0.00 ^e	70.00±0.19 ^b	6.55±0.14 ^{ab}
DW4	59.85±0.19 ^a	65.36±0.00 ^{ab}	71.25±0.40 ^{ab}	6.34±0.31 ^b
IW1	58.55±0.37 ^{bc}	64.53±0.29 ^e	70.71±1.02 ^b	6.30±0.03 ^b
IW2	58.81±0.47 ^{bc}	64.91±0.58 ^{bc}	71.33±1.69 ^{ab}	6.36±0.09 ^b
IW3	58.10±0.13 ^c	64.14±0.39 ^e	70.05±0.11 ^b	6.43±0.30 ^{ab}
IW4	58.20±0.59 ^c	64.20±0.29 ^e	69.77±0.09 ^b	6.55±0.08 ^{ab}

¹⁾Measurements were triplicated and expressed as mean±standard deviation.

²⁾Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Student Newman-Keuls test.

Table 5. Dough properties of domestic and imported plain wheat flour by farinograph and texture analyzer

Sample	Farinograph				Resistance (g)	Extensibility (mm)
	WA ¹⁾ (%)	Peak time ²⁾ (min)	Stability ³⁾ (min)	SOD ₂₀ ⁴⁾ (F.U.)		
DW1	58.4±0.9 ^{5)bc6)}	6.1±4.2 ^a	27.3±2.9 ^a	10.0±0.0 ^c	88.7±0.5 ^e	10.6±0.1 ^b
DW2	63.3±0.0 ^a	6.1±0.5 ^a	20.1±0.1 ^a	20.0±1.4 ^c	99.8±0.4 ^d	12.5±0.2 ^e
DW3	56.0±1.4 ^b	1.9±0.2 ^a	12.4±0.7 ^a	80.0±0.0 ^a	118.7±1.2 ^b	11.7±0.1 ^{bc}
DW4	55.8±2.9 ^b	5.4±0.1 ^a	19.5±4.7 ^a	40.0±1.4 ^{bc}	78.0±0.9 ^f	8.7±0.3 ^a
IW1	56.6±0.8 ^b	3.0±0.1 ^a	12.4±2.4 ^a	55.0±0.7 ^{ab}	124.8±0.5 ^b	15.1±0.2 ^d
IW2	59.3±0.0 ^b	3.4±0.8 ^a	21.3±0.3 ^a	10.0±1.4 ^c	159.3±0.7 ^a	11.8±0.3 ^{bc}
IW3	58.0±0.0 ^b	2.2±0.4 ^a	41.8±3.6 ^a	15.0±0.7 ^c	159.9±0.8 ^a	14.3±0.4 ^d
IW4	56.8±0.4 ^b	1.8±0.1 ^a	12.8±0.5 ^a	55.0±2.1 ^{abc}	108.4±1.3 ^c	16.7±0.1 ^e

¹⁾WA means water absorption.

²⁾Time for peak viscosity of the dough

³⁾Time from the departure time to the arrival time of the farinograph curve.

⁴⁾SOD₂₀ means softening of dough at 20 min.

⁵⁾Measurements from farinograph were duplicated and expressed as mean±standard deviation. Resistance and extensibility were measured triplicated.

⁶⁾Mean values with different superscripts within each column mean significantly different across the samples at $p<0.05$ by Student Newman-Keuls test.s

밀가루반죽 특성

패리노그래프에 의한 우리밀과 수입밀 중력 밀가루의 반죽 특성은 Table 5와 같다. 수분흡수율(WA)은 밀가루 반죽이 패리노그래프 상에서 최적의 반죽 상태인 500 F.U.에 이를 때까지 필요한 수분의 양을 나타낸 것이다. DW2가 63.3%로 가장 높았으며 손상된 전분으로 인하여 최적의 반죽 상태 도달 하기 위하여 많은 수분의 양이 필요한 것으로 생각된다(37). 나머지 샘플은 55.8-59.3%로 유의차가 없었다. WSRC와 유사하게 DW2의 수분흡수율이 가장 높았다. 반죽을 시작해서 최대 반죽 강도에 도달할 때까지 소요된 시간인 peak time은 우리밀이 1.9-6.1 min, 수입밀이 1.8-3.4 min으로 나타났다. DW1, DW2, DW4에서 각각 6.1, 6.1, 5.4 min으로 우리밀의 경우 반죽이 최대 강도에 도달하는 시간이 수입밀보다 오래 걸렸다. Peak time에서 반죽의 강도가 500 F.U. 아래로 떨어지는 시간인 반죽 안정도(stability)는 우리밀이 12.4-27.3 min, 수입밀이 12.4-41.8 min으로 모두 큰 편차를 보였다. IW3은 반죽 안정도가 41.8 min으로 가장 오랜 시간 반죽의 안정이 유지되었다. 반죽 안정도 500 F.U. 아래로 떨어지는 시점에서 20분 뒤 반죽의 강도가 떨어지는 정도를 측정 한 SOD₂₀은 일반적으로 75 F.U. 이하를 좋은 밀가루로 구분한다(4). SOD₂₀가 80.0 F.U.인 DW3을 제외하고 모두 75 F.U.이내의 수치를 보였다.

텍스처분석기를 이용하여 측정 한 밀가루 반죽의 저항성과 신장성은 Table 5와 같다. 우리밀 반죽의 저항성은 78.0-118.7 g로

수입밀의 108.4-159.9 g보다 낮았다. 반죽의 신장성에 있어서 우리밀은 8.7-12.5 mm로 수입밀의 11.8-16.7 mm보다 낮은 신장성을 보여주었다. 본 연구에 사용된 우리밀의 단백질 함량은 수입밀보다 약 2% 정도 높은 것으로 측정되었으나(Table 1), 반죽의 저항성과 신장성이 낮은 것으로 나타나 반죽의 품질이 떨어진다고 판단된다. 다른 품종 사이의 반죽 특성은 밀가루의 단백질 함량에 영향을 받으며, 특히 글루텐의 질적 특성이 중요하다고 알려져 있다(38). 본 연구의 우리밀은 단백질 함량이 높으면서도 수입밀과 비교해서 반죽의 특성이 떨어져서 우리밀 단백질 중 글루텐의 함량이 낮을 것으로 생각된다(4). 우리밀의 경우 품질의 편차가 심하고, 단백질의 함량 변화도 높은 편이다(39). 단기적으로는 재배 지역에 적합한 재배 방법의 개발 및 보급으로 균일한 품질의 원맥을 생산하는 것이 밀가루의 제분 시 중요하다고 생각된다.

요 약

제면용으로 사용되는 시판 우리밀과 수입밀 중력 밀가루의 품질 특성을 비교하였다. 우리밀은 수분함량, 명도(L), 백도에서 수입밀보다 낮았으며, 단백질 함량, 적색도(a), 청색도(b)에서 높았다. 통밀제품인 DW2와 DW4는 0.71%의 회분 함량을 보여, 0.34-0.42%인 다른 밀가루 시료보다 높았으나, 미국 및 캐나다에서 시판되는 통밀가루의 회분 함량(1.5%)에 비해 크게 낮았다. 통밀가

루에 대한 국내 규격이 없어 시판 국내산 통밀가루는 소비자들이 생각하는 통밀가루와 다른 제품임을 보여주었으며, 국내 통밀가루 규격 설정의 필요성을 보여주고 있다. SRC는 우리밀과 수입밀 특성간 큰 차이는 없었으나, GPI에서 우리밀이 0.62-0.71로 수입밀의 0.48-0.62보다 높았다. 수분흡수지수는 우리밀이 1.65-1.75, 수입밀이 1.69-1.74로 유사한 것으로 나타났다. 수용성 고형분 함량과 관련 있는 수분용해지수는 우리밀이 5.82-6.37로 수입밀의 4.94-5.27보다 높아 우리밀의 수용성 고형분 함량이 높을 것으로 생각된다. 수입밀가루와 우리밀 DW1은 유사한 점도 특성을 보였으며, 통밀제품인 DW2는 약간 낮은 점도를 보였으나 전반적인 점도 특성 경향은 유사하였다. 밀가루 점도 특성에서 유기농 밀가루인 DW3과 DW4에서 다른 밀가루 시료와 다른 점도 특성을 보여주었다. 이는 유기농 재배로 인하여, 재배과정 및 수확 후 저장 과정에 있어서 병해충에 의한 원곡의 손상으로 amylase 활성이 증가하여 점도 특성이 낮게 나타난 것으로 추측된다. DSC에 의한 상변이 특성에서는 우리밀이 호화개시온도가 약 1°C 정도 높은 것을 제외하고는 수입밀과 차이는 없었다. 페리노그래프에 의한 밀가루 반죽 특성은 우리밀과 수입밀 시료 간에 큰 편차를 보였다. 우리밀의 DW3의 경우 SOD₂₀의 강도가 80 F.U.로 좋은 밀가루라 판단되는 75 F.U. 이하 값보다 높았다. TA를 이용한 밀가루 반죽의 저항성(우리밀: 78.0-118.7 g, 수입밀: 108.4-159.9 g)과 신장성(우리밀: 8.7-12.5 mm, 수입밀: 11.8-16.7 mm)의 경우 수입 밀가루 시료가 높았다. 우리밀가루에 비해 수입밀가루의 낮은 단백질 함량에도 불구하고, 수입밀 반죽의 높은 신장성과 저항성은 수입밀의 단백질 및 글루텐의 우수한 품질에 기인하였다고 판단된다.

감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업(과제번호: 312049-04)의 지원 및 미래창조과학부의 재원으로 한국식품연구원의 주요사업(과제번호: E0171500-03)의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- MAFRA. Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics Yearbook. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea. pp. 294-307 (2016)
- Kim KH, Kang CS, Seo YW, Woo SH, Heo MR, Choo BK, Lee CK, Park KG, Park CS. Current regional cultural situation and evaluation of grain characteristics of Korean wheat II. Grain characteristics collected in domestic wheat cultivar grown in Korea. Korea J. Crop Sci. 58: 239-252 (2013)
- Jin HY, Kim BY. Analysis for consumers' opinion regarding domestic wheat bread. J. Con. Pol. Stud. 40: 205-222 (2011)
- Shin GM. Cereal and Baking Science of Technology. Kimoonsa, Seoul, Korea. pp. 170-185 (2008)
- Kang CS, Park KS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim JG, Park CS. Flour and end-use quality of "Charmdlerak" wheat, a Korean wheat. Korean J. Food Preserv. 15: 219-224 (2008)
- Park SY, Park KS, Im MH, Choi H, Chang MI, Kwon CH, Kim SG, Lee HK, Hong MK, Shim JH, Kim JH. Studies for the processing factors of pesticides during the milling of wheat grain. Korean J. Pest. Sci. 13: 70-78 (2009)
- Kim HY, Oh MS. Comparisons of bread making properties using domestic and imported flour and quality change during storage. Korean J. Dietary Cult. 16: 27-32 (2001)
- Park NK, Song JC, Kim KJ, Lee CK, Jeong HS, Chung MJ. Noodle-making characteristics of Korean wheat. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. 6: 167-172 (1999)
- Park DJ, Ku KH, Kim CJ, Lee SJ, Yang JL, Kim YH, Kim CT. Quality characteristics of Korean wheat noodle by formulation of foreign wheat flour and starch. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 67-74 (2003)
- Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, Kim KJ, Park KH and Kim JG. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars I. Flour characteristics. Korean J. Breed Sci. 42: 61-74 (2010)
- Kim ML. Functional properties of *Brassica oleracea* L. extracts and quality characteristics of Korean wheat noodles with *Brassica oleracea* L. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 1443-1449 (2005)
- Kim ML. Sensory characteristics of Korean wheat noodles with pine pollen and antioxidant activities of pine pollen extracts. Korean J. Food Cook. Sci. 21: 717-724 (2005)
- Park KT, Kim MY, Chun SS. Quality characteristics of Korean wheat wet noodles with pomegranate cortex powder. Korean J. Culinary Res. 15: 128-136 (2009)
- Jang HR, Park Js, Shin S, Shin GM. Flour characteristics and end-use quality of commercial flour produced from Korean wheat and imported wheat. Korean J. Food Preserv. 15: 884-890 (2008)
- Kim YJ, Ju JC, Kim RY, Kim WT, Park JH, Chun SS. Cooking quality of fresh pasta with concentrated Korean wheat semolina. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1017-1024 (2011)
- Kim YJ, Ju JC, Kim RY, Kim WT, Park JH, Chun SS. Cooking properties of fresh pasta using Korean wheat and drum rimachinata. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1174-1481 (2011)
- Kim SS, Chung HY. Comparison of quality analyses of domestic and imported wheat flour products marketed in Korea. Korean J. Food Nutr. 27: 287-293 (2014)
- AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed. Methods 32-07, 44-15A, 46-12, 54-21, 56-11A, 76-21, 82-23. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA (2000)
- Duyvejonck AE, Lagrain B, Pareyt B, Courtin CM, Delcour JA. Relative contribution of wheat flour constituents to solvent retention capacity profiles of European wheats. J Cereal Sci. 53: 312-318 (2011)
- Kweon M, Slade L, Levine H. 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 (2011)
- Anderson RA. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. Cereal Chem. 59: 265-269 (1982)
- Lund D. Influence of time, temperature, moisture, ingredients and processing conditions on starch gelatinization. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 20: 249-273 (1984)
- Barros F, Alviola JN, Tilley M, Chen YR, Pierucci VRM, Rooney LW. Predicting hot-press wheat tortilla quality using flour, dough and gluten properties. J. Cereal Sci. 52: 288-294 (2010)
- Hwang SY. Cereal processing. JinRo Publishing, Co., Seoul, Korea. pp. 155-157 (2010)
- Doblado-Maldonado AF, Pike OA, Sweley JC, Rose DJ. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage. J. Cereal Sci. 56: 119-126 (2012)
- Shin SN, Kim SK. Physicochemical properties of Korean raw noodle flours. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 418-424 (2005)
- Cheong G. Quality characteristics of Korean wheat flour and imported wheat flour. Korean J. Comm. Living Sci. 12: 23-27 (2001)
- Guttieri MJ, Becker C, Souza EJ. Application of wheat meal solvent retention capacity tests within soft wheat breeding populations. Cereal Chem. 81: 261-266 (2004)
- Mason WR, Hosney RC. Factors affecting the viscosity of extrusion-cooked wheat starch. Cereal Chem. 63: 436-441 (1986)
- Ding QB, Ainsworth P, Tucker G, Marson H. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. J. Food Eng. 66: 283-289 (2005)
- Della Valle G, Colonna P, Patria A, Vergnes B. Influence of amy-

- lose content on the viscous behavior of low hydrated molten starches. *J. Rheol.* 40: 347-362 (1996)
32. Robin F, Théoduloz C, Gianfrancesco A, Pineau N, Schuchmann HP, Palzer S. Starch transformation in bran-enriched extruded wheat flour. *Carbohydr. Poly.* 85: 65-74 (2011)
33. Franco OL, Rigden DJ, Melo FR, Grossi-de-Sá MF. Plant α -amylase inhibitors and their interaction with insect α -amylases. *Eur. J. Biochem.* 269: 397-412 (2002)
34. Pueyo JJ, Morgan TD, Ameenuddin N, Liang C, Reeck GR, Chrispeels MJ, Kramer KJ. Effects of bean and wheat α -amylase inhibitors on α -amylase activity and growth of stored product insect pests. *Entomol. Exp. Appl.* 75: 237-244 (1995)
35. Juhász R, Gergely S, Gelencsér T, Salgó A. Relationship between NIR spectra and RVA parameters during wheat germination. *Cereal Chem.* 82: 488-493 (2005)
36. John A, Shastri PN. Studies on food macromolecules by differential scanning calorimetry: a critical appraisal. *J. Food Sci. Technol.* 35: 1-14 (1998)
37. Dexter JE, Preston KR, Martin DG, Gander EJ. The effects of protein content and starch damage on the physical dough properties and bread-making quality of Canadian durum wheat. *J. Cereal Sci.* 20: 139-151 (1994)
38. Khatkar BS, Bell AE, Schofield JD. The dynamic rheological properties of glens and gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality. *J. Cereal Sci.* 22: 29-44 (1995).
39. Kwak HS, Kim TJ, Joo EY, Cha JH, Kim AJ, Kim MJ, Kim SS. Quality variation of domestic wheat compared to imported wheat depending on harvest year. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 46: 146-151 (2017)