

제빵용 우리밀과 수입밀 원맥의 이화학, 미생물, 항산화 특성 비교

곽한섭 · 김미정 · 허정애 · 김민정 · 심재원 · 김의웅* · 김 훈* · †김상숙

한국식품연구원 감각인지연구단, *한국식품연구원 스마트유통시스템연구단

Comparison of Physicochemical, Microbial and Antioxidant Properties in Domestic and Imported Wheat Kernels for Bread Making

Han Sub Kwak, Mi Jeong Kim, JeongAe Heo, Min Jung Kim, Jaewon Shim,

Oui-Woung Kim*, Hoon Kim* and †Sang Sook Kim

Research Group of Cognition and Sensory Perception, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

*Research Group of Smart Food Distribution System, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

Abstract

The objective of this study was to compare physicochemical, microbial, and antioxidant properties of domestic and imported wheat kernels for bread making. Two domestic (JK1, 2) and three imported (ND, DNS, and CWRS) kernels were compared. Domestic kernels had higher moisture contents, and lower ash and protein contents ($p < 0.05$). In grain characteristics, JK1 had 13.62% of damaged kernels, which was the highest among the samples ($p < 0.05$). JK2 was similar to imported kernels in the ratio of sound kernels, foreign materials, and damaged kernels. Kernel size of JK1, 2 was larger than the imported kernels; therefore, kernels area and perimeter were higher by the image analyzer. Domestic kernels had lower total aerobic counts than the imported kernels ($p < 0.05$). Domestic kernels and DNS had no yeast, while NS and CWRS had yeast in kernels. DNS (3.08 mg gallic acid equivalent (GAE)/g) had the highest total polyphenol content (TPC), followed by JK1 (2.81 mg GAE/g). JK2 had the lowest amount of TPC as 2.26 mg GAE/g. Total flavonoid content (TFC) was the highest in DNS as 0.44 mg catechin equivalent (CE)/g and JK2 was the lowest as 0.12 mg CE/g. Domestic wheat kernels had lower protein content and lightness than the imported wheat kernels so that flour from domestic wheat kernels may have lower quality for baking.

Key words: wheat kernel, domestic, imported, quality characteristics

서 론

국내 밀가루의 자급률은 2% 미만으로, 소비량의 대부분을 수입에 의존하고 있다(MAFRA 2016). 또한, 국민 1인당 연간 30 kg 이상의 밀가루를 소비하고 있으며, 지난 20년간 수입량은 꾸준히 증가하여 왔다(MAFRA 2016). 국내 수요의 증가 및 국내 쌀 소비의 감소로 인하여 일부 지역은 우리밀의 재배를 특화하였으며, 우리밀 재배 면적은 증가하고 있는 추세이다(MAFRA 2016). 국내 유통되는 밀가루는 일반적으로 제빵

용으로 사용되는 강력분, 다목적용인 중력분 및 제과용인 박력분으로 구분되어 있다(Shin GM 2008). 제면용으로 주로 사용되는 중력분이 국내 소비량의 약 50%를 차지하고 있으나, 식습관의 서구화로 인한 빵에 대한 수요의 증가로 강력분에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있다(AT 2013).

국내에서는 주로 다목적용으로 금강밀이 재배되고 있으며, 금강밀을 이용한 다양한 제품적용 연구가 보고되었다. Park 등(1999)은 국내산 밀가루를 이용한 국수의 품질 평가에 대하여 보고하였으며, Kim & Oh(2001)는 국내산 밀가루와

† 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

수입산 밀가루로 만든 빵의 저장 기간에 따른 품질 특성을 비교하였고, Kang 등(2010a)은 국내 밀가루 품종의 품질을 비교하였다. 최근에는 제빵용으로 조경밀이 국내에서 재배되고 있다(RDA). 국내의 식생활의 서구화로 인하여 우리밀을 이용한 빵의 니즈가 늘어나고, 다목적용인 금강밀의 특성이 단백질 함량 및 글루텐의 품질 등에서 제빵용으로 적합성이 떨어진다는 점에 기인한다고 할 수 있다(Kim 등 2017).

최근에 우리밀의 품질 비교 연구도 다수 보고되었다. Kim 등(2017)은 국내산 밀 품종과 수입산 밀 품종의 밀가루 및 제빵 품질을 비교하여, 국내산 밀가루를 이용한 빵의 specific volume이 주요 품질 지표인 단백질 함량, 글루텐 함량 및 반죽신장성과 상관성이 수입밀보다 낮음을 보고하였다. 그러나 제조된 빵의 소비자 기호도 평가에 있어서 일부 조경밀은 미국의 Northern Spring 또는 Hard Red Winter 품종과 함께 높은 소비자 기호도를 가지는 것으로 나타났다. Kwak 등(2017a)은 3년간 우리밀과 수입밀의 품질 변화를 분석하여, 우리밀의 품질 편차가 수입밀보다 높음을 보고하였다. 용도별 우리밀과 수입밀의 시판 밀가루의 품질 비교에 대한 연구도 최근에 보고되어 Kwak 등(2017c)은 우리밀과 수입밀 강력 밀가루의 비교에서 우리밀은 gluten performance index, 반죽안정성에서 낮은 품질 정도를 보여주었으나, 전분손상도는 수입밀 보다 낮았다고 언급하였다. 또한, 우리밀과 수입밀 중력 밀가루의 비교 연구에서는 우리밀이 수입밀보다 명도 및 백도가 낮고, 단백질 함량이 높다고 분석되었다(Kwak 등 2017b). 수입밀보다 떨어지는 색도의 향상을 위해서 우리밀 밀가루에 오존처리기를 이용한 제분 가공 연구도 보고되었다(Lee 등 2017). 제빵 관련한 국내 연구도 다수 보고되어 Kim & Lee(2015)는 우리밀은 중중법을 이용한 식빵이 직접반죽법으로 반죽을 한 식빵보다 소비자 기호도가 높게 나타났다고 보고하였다. 피자 반죽의 묘사 특성 비교에서도 우리밀과 수입밀을 이용한 피자 도우의 경우, 서로 다른 묘사적 특성이 있음을 보였다(Choi 등 2016). Kang 등(2010b)은 다양한 우리밀의 품종에 대하여 제빵적성 실험을 하여 품질을 비교하였다.

위와 같이 우리 밀가루에 대한 제빵 적성 연구 및 밀가루 품질에 대한 연구가 보고되었으나, 원맥에 대한 연구는 국내에 아직 보고된바 없다. 따라서, 본 연구에서는 제빵용으로 품종이 개발되어 재배 중인 국내산 조경 품종 원맥과 대표적인 제빵용 수입밀 원맥 사이의 품질을 비교하여 제빵용 우리밀 연구의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용된 우리밀 조경 품종은 2012년 수확되

었다. JK1은 우리밀농협(Gwangju, Korea)에서 구매하였으며, JK2는 합천군에서 수확된 원맥을 CJ제일제당 소재연구소(Suwon, Korea)를 통해서 공급받았다. 대조구로 사용된 수입 원맥은 2012년 산으로 제빵용으로 주로 쓰이는 미국산 Northern Spring(NS)과 Dark Northern Spring(DNS) 및 캐나다산 Canadian Winter Red Spring(CWRS)이고, CJ제일제당 소재연구소(Suwon, Korea)에서 공급받았다.

2. 일반성분, 색도, 백도, 품위분석, 이미지 분석

일반성분으로 수분, 회분, 단백질 함량을 AACC 방법에 의해 측정하였다(AACC 2000). 수분은 AACC방법 44-15A인 상압가열법으로 105℃ dry oven에서 18시간 건조하여 측정하였다. 회분 함량 측정은 직접회화법인 AACC방법 08-01에 따라 측정하였다. 조단백질 함량은 AACC 방법 46-12의 Micro-Kjeldahl방법에 의해 Kjeltac auto sampler system 1035 analyser (Tecator Co., Höganäs, Sweden)를 이용하여 측정된 뒤 질소계수(5.95)를 곱하여 구하였다. 회분과 조단백질 함량은 측정 후 원맥의 수분함량 14%를 기준으로 보정하였다.

원맥의 색도는 휴대용 색도계(Spectrophotometer CM-700d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter system(L, a, b)으로 표기하였다(표준판 색도 L: 99.54, a: 0.05, b: -0.32). 원맥의 백도 측정은 곡물용 백도계(Whiteness tester, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 원맥의 품위 분석은 원맥 약 50 g을 정립, 이물제, 피해립, 이종곡립으로 수작업으로 분리하여 무게를 측정하였다. 또한, 정선 전후의 원맥의 밀도를 구하였다. 원맥의 기하학적 특성은 원맥 300립 각각에 대하여 면적, 장축, 단축, 장단축 비, perimeter, roundness, RGB 색도를 Image Analyzer(KH-2200, Hirox, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3. 미생물 분석

원곡의 미생물 분석은 총균, 곰팡이, 효모에 대하여 petrifilm (3M, St. Louis, MO, USA)을 이용하여 측정하였다. 총균수는 aerobic count plate petrifilm, 곰팡이와 효모 수는 yeast and mold count plate petrifilm(3M, USA)을 이용하였다. 멸균된 NaCl 100 mL에 원곡 10 g을 넣고 stomacher(HG 400, Wiggens Co., Ltd., Beijing, China)를 이용하여 10분간 파쇄하였다. 그 후 멸균된 9 mL의 NaCl 용액에 파쇄된 1 mL의 시료를 넣고 잘 섞어준 후 각각의 petrifilm에 1 mL씩 넣어 도말하였다. 총균은 35℃에서 24시간, 곰팡이 및 효모는 25℃에서 48시간 배양한 뒤 petrifilm에 나타난 콜로니 수를 세었다.

4. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 분석

총 페놀 함량 분석은 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴

리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과를 폴리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 하는 Van Hung 등(2009)과 Gujral 등(2013)의 방법을 변형하였다. 시료 10 g에 80% 에탄올을 100 mL 넣고 60°C의 항온수조에서 3시간 동안 추출하였다. 이것을 Whatman No.2 여과지(Whatman plc, Maidstone, UK)로 여과하여 3,000 rpm에서 원심분리하였다. 그 후 evaporator(HS-2001N, Hahn Shin Science Co., Bucheon, Korea)로 추출물을 약 1 mL가 되도록 농축하여 분석 전까지 -70°C 초저온 냉동고(Forma 900 series, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)에서 보관하였다. 추출물 100 µL에 Folin-Ciocalteu reagent 500 µL와 20% sodium carbonate 1.5 mL에 증류수를 넣어 최종 부피가 10 mL가 되도록 한 후, 2시간 동안 상온에서 반응시켰다. 그 후 spectrophotometer(V-650, JASCO, Easton, MA, USA)를 이용하여 흡광도를 765 nm에서 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 총 페놀함량의 결과는 원맥 1 g(dw)당 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

플라보노이드 함량은 Van Hung 등(2009)과 Gujral 등(2013)의 방법을 변형하여 분석하였다. 총 페놀함량 분석에 사용된 동일한 추출 시료 250 µL에 증류수 1.25 mL와 5% sodium nitrite 75 µL를 넣은 후 6분간 방치한 후, 10% aluminum chloride 150 µL를 넣고 5분간 다시 방치하였다. 1M sodium hydroxide 0.5 mL를 첨가한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 (+)-catechin hydrate(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 총 플라보노이드함량의 결과는 원맥 1 g(dw)당 catechin equivalent(CE)로 나타내었다.

5. 통계분석

통계분석은 XLSTAT(ver 2016, Addinsoft, Paris, France)를 이용하였다. 각각의 실험 항목에서 시료간 평균 값의 차이 검증을 위해서 일원분산분석을 $p < 0.05$ 수준에서 시행하였다. 일

원분산분석에서 유의차가 있을 경우, Fisher's least significant difference test에 의해 5% 유의확률로 사후검증을 실시하였다. 본 연구에서 원맥의 기하학적 측정을 제외한 모든 실험은 3회 반복 실험하여 통계 분석에 사용하였다. 원맥의 이미지 분석은 300립에 대한 각각의 측정값을 평균하여 분석에 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 수분, 회분, 단백질 함량 및 백도와 색도

우리밀과 수입밀 원맥의 수분, 회분, 단백질 함량 및 백도와 색도의 측정 결과는 Table 1과 같다. JK1, 2의 수분 함량은 각각 14.15%(w/w)와 12.9%(w/w)로 수입 원맥의 10.29~11.61%(w/w)보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 우리밀 원맥의 수분 함량이 높고, 수입밀 원맥의 수분 함량이 낮은 결과는 우리밀이 12%(w/w)대, 수입밀이 10%(w/w)대의 수분함량을 보고한 Kwak 등(2017a)의 연구 결과와 같은 경향성을 보였다. 장거리 운송시 높은 수분 함량으로 인하여 곰팡이 오염 등을 최소화 하고자 수입밀 원맥의 수분 함량을 낮게 유지한 것으로 생각된다. 회분함량은 JK1, 2가 1.47%로 NS와 유사한 함량을 보였으나, DNS(1.70%, w/w) 및 CWRS(1.61%, w/w)보다 낮은 수준으로 나타났다($p < 0.05$). 단백질 함량은 JK1, 2가 9.70%(w/w) 및 10.01%(w/w)로 수입 원맥의 12.24~13.67%(w/w)보다 낮았다($p < 0.05$). 제빵용 품종임에도 조경밀의 단백질 함량이 중력 밀가루 수준(Shin GM 2008)으로 나타나, 글루텐 함량의 부족으로 인하여 제빵 적성이 떨어질 가능성이 있다. 본 연구에 사용된 우리밀 원맥의 단백질 함량은 Kwak 등(2017a)이 수입 원맥보다 국내산 원맥의 단백질 함량이 낮다고 보고된 결과와 유사하였다. 그러나 강력분 밀가루로 가공시 우리밀의 단백질 함량은 수입밀과 큰 차이를 보이지 않은 결과(Kwak 등 2017b)도 보고되어, 본 원맥의 밀가루 가공 후 비교

Table 1. Moisture, ash, protein content, whiteness, and color of wheat kernels

Sample	Moisture (%)	Ash (%) ¹⁾	Protein (%) ¹⁾	Whiteness	Color		
					L	a	b
JK1	14.15±0.03 ^{2a3)}	1.47±0.03 ^{bc}	9.70±0.21 ^e	13.9±0.1 ^e	54.2±5.6 ^{ns4)}	7.4±1.1 ^{ns}	25.3±2.6 ^a
JK2	12.90±0.04 ^b	1.47±0.04 ^{bc}	10.01±0.06 ^d	14.7±0.1 ^d	53.8±3.9	9.1±1.1	26.7±0.7 ^a
NS	11.41±0.01 ^d	1.45±0.01 ^c	12.24±0.03 ^c	15.2±0.1 ^c	57.3±7.7	7.8±1.3	20.9±0.6 ^b
DNS	10.29±0.06 ^e	1.70±0.05 ^a	12.68±0.01 ^b	15.9±0.0 ^b	55.7±5.7	7.9±0.7	19.8±0.8 ^b
CWRS	11.61±0.09 ^c	1.61±0.08 ^{ab}	13.67±0.05 ^a	16.2±0.1 ^a	54.8±6.8	9.1±0.5	21.1±1.0 ^b

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

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 Fisher's least significant difference test.

⁴⁾ 'ns' meant 'not significant'.

연구가 필요하다고 생각된다. 원맥의 색도는 JK 품종이 수입 밀보다 낮게 나타나($p<0.05$), 국산 원맥의 색상이 더 어두운 것으로 보인다. 색상의 측정에서 유의차는 발견되지 않았지만, JK 품종의 L값이 수입원맥보다 낮은 결과와 연관성이 있다고 보여진다. 황색과 청색 정도를 나타내는 b값에서 JK 품종이 수입 원맥보다 높게 나타나($p<0.05$), 더 노란색을 띄는 것으로 나타났다.

2. 원맥의 품위 및 정선 특성

우리밀과 수입밀 원맥의 품질 특성 결과는 Table 2와 같다. JK2, NS, DNS, CRWS는 90% 이상의 정립 비율을 보이고, JK1은 86.32%로 다른 시료보다 정립의 비율이 낮았다($p<0.05$). 이물질 함량은 CWRS가 0.31%로 가장 높았으며($p<0.05$), JK1, 2는 0.06% 및 0.12%로 가장 낮은 수준이었다. 손상립은 JK1에서 13.62%로 가장 높았고, NS가 5.39%로 가장 낮았다. JK2, DNS, CWRS는 각각 7.53%, 7.10% 및 8.79%로 나타났다. JK 품종에서는 이중립이 나타나지 않았으며, 수입 원맥에서는 0.10~0.42%의 비율로 나타났다.

정선 전/후 산물 밀도는 JK 품종이 높게 나타났다. 수입 원맥보다 높은 수분함량(Table 1)에 기인한다고 할 수 있다. 정선 전/후 산물 밀도의 차이는 JK1, 2가 3.2 및 1.3 kg/m³로 DNS (2.3 kg/m³)와 유사하였다. NS와 CWRS는 각각 7.2 및 3.3 kg/m³로 나머지 시료보다 높게 나타났다($p<0.05$).

3. 원맥의 이미지 분석

원맥의 이미지 분석 결과는 Table 3과 같다. 장축 및 단축의 길이는 JK 품종이 수입밀보다 긴 것으로 나타났다($p<0.05$). 그러나 JK 품종의 장/단축이 모두 길어서 장축과 단축의 비(aspect)는 NS가 2.28로 가장 높았으며, CWRS가 1.99로 가장 낮았다. JK1과 2는 각각 2.03 및 2.05로 중간 수준으로 나타났다. 원맥의 면적은 JK1, 2가 각각 17.8과 17.2 mm²으로 NS (12.1 mm²), CWRS(14.8 mm²), DNS(13.5 mm²)보다 높게 나타났다. JK 품종의 장축과 단축의 길이도 수입밀보다 길게 측정된 것이 원인으로($p<0.05$), JK 품종의 크기가 수입 원맥보다 크다고 할 수 있다. 원맥 둘레의 길이인 perimeter는 장축과 단축이 모두 길게 나타난 JK1, 2에서 각각 16.4 mm 및 16.3






Table 2. Grain characteristics and density of wheat kernels

Sample	Grain characteristics				Density		
	Sound kernel (%)	Foreign material (%)	Damaged kernel (%)	Others (%)	Density (kg/m ³)	Density of sound and damaged kernels (kg/m ³)	Gap
JK1	86.32±1.80 ^{1) b2)}	0.06±0.04 ^b	13.62±0.49 ^a	0.00±0.00 ^b	830.8±0.6 ^d	834.0±1.3 ^d	3.2±1.2 ^b
JK2	92.36±2.17 ^a	0.12±0.10 ^b	7.53±2.16 ^b	0.00±0.00 ^b	837.2±0.3 ^a	838.5±0.9 ^a	1.3±1.1 ^b
NS	90.91±3.12 ^a	0.14±0.08 ^b	5.39±0.78 ^c	0.10±0.09 ^{ab}	810.8±1.7 ^b	818.0±0.4 ^b	7.2±1.9 ^a
DNS	90.94±2.74 ^a	0.15±0.16 ^b	8.79±2.76 ^b	0.12±0.21 ^{ab}	797.2±0.0 ^c	799.6±0.3 ^c	2.3±0.3 ^b
CWRS	92.16±2.94 ^a	0.31±0.16 ^a	7.10±2.59 ^b	0.42±0.44 ^a	804.5±0.1 ^c	812.8±0.2 ^c	8.3±0.3 ^a

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 Fisher's least significant difference test.

Table 3. Results of the image analysis of wheat kernels

Sample	Major axis (mm)	Minor axis (mm)	Aspect (Major/minor)	Area (mm ²)	Perimeter (mm)	Roundness	RGB color			
							Red	Green	Blue	Color
JK1	6.76±0.17 ^{1) a2)}	3.34±0.30 ^a	2.03±0.17 ^c	17.8±2.3 ^a	16.4±1.0 ^a	1.27±0.06 ^c	161.6±12.8 ^a	145.3±11.2 ^a	125.1±8.9 ^d	
JK2	6.68±0.16 ^b	3.28±0.25 ^b	2.05±0.16 ^c	17.2±1.9 ^b	16.3±0.9 ^a	1.29±0.07 ^c	161.1±10.8 ^a	143.9±9.3 ^b	126.4±7.7 ^c	
NS	5.89±0.27 ^d	2.61±0.33 ^c	2.28±0.27 ^a	12.1±2.3 ^e	15.0±1.5 ^b	1.51±0.25 ^a	110.1±7.6 ^d	107.0±6.3 ^d	108.0±6.2 ^e	
DNS	6.12±0.20 ^c	2.81±0.27 ^d	2.19±0.20 ^b	13.5±2.0 ^d	14.6±1.1 ^c	1.33±0.07 ^b	152.3±7.8 ^b	143.4±7.4 ^b	140.9±7.3 ^a	
CWRS	6.11±0.16 ^c	3.09±0.27 ^c	1.99±0.16 ^d	14.8±2.0 ^c	15.0±1.0 ^b	1.28±0.08 ^c	150.2±8.6 ^c	140.6±7.8 ^c	136.1±7.3 ^b	

¹⁾ Mean±standard deviation from 300 measurements by the image analyzer.

²⁾ Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Fisher's least significant difference test.

mm로 수입산 원맥의 둘레 길이인 14.6~15.0 mm보다 길었다 ($p<0.05$). Roundness는 JK1, 2와 CWRS가 NS 및 DNS보다 낮게 나타났다($p<0.05$). 색의 적색 밀도에 있어서, JK1, 2가 161.6 및 161.1로 수입밀보다 높았다($p<0.05$). 적색도가 높은 것은 국내산 밀가루가 수입산 밀가루보다 적색도가 높다는 연구 결과와 연관성이 있다고 생각된다(Kwak 등 2017 중력분). 색의 녹색 밀도는 NS를 제외하고 140이상으로 나타났으며, JK 품종이 수입밀보다 높은 수치를 보였다. RGB 시스템의 수치를 조합한 색을 보면, JK 품종은 적색이 강해 어두운 황토색에 유사하고, 수입밀은 회색빛이 강하게 나타났다. 국내산 및 수입산 원맥의 이미지 분석 결과는 기존의 연구로 발표된 적은 없고, 본 연구결과로 국내산 밀 원맥의 크기가 수입산보다 크다는 것을 알 수 있으며, 이러한 크기의 차이가 어떠한 품질의 차이를 일으키는지에 대한 추가적인 연구도 필요할 것으로 생각된다.

4. 미생물 분석

원맥의 총균수, 곰팡이 수 및 효모수는 Table 4와 같다. 총균수에 있어서 JK1, 2는 각각 3.76 및 4.27 log CFU/g으로, 수입밀의 총균수(4.50~5.67 log CFU/g)로 JK 품종의 총균수가 수입밀보다 낮았다($p<0.05$). 곰팡이 수는 JK 품종과 수입밀에서 특징적으로 구분되어지는 경향성은 나타나지 않았다. JK1에서 곰팡이수가 3.56 log CFU/g으로 가장 많았으나, JK2에서는 2.52 log CFU/g으로 가장 적었다. 효모수는 JK1과 및 DNS에서 발견되지 않았으며, NS와 CWRS에서 각각 2.41 및 1.62 log CFU/g으로 나타났다. 미생물은 원맥의 저장 시 품질에 영향을 준다. 원맥에 미생물이 많이 존재할 경우, α -amylase의 활성도를 높일 가능성이 높으며, 원맥의 품질 지표 중 하나인 falling number에 영향을 줄 수 있다(Mares & Mrva, 2008). 본 연구에서 국내산 품종인 JK의 경우, 총균수가 낮으

Table 4. Total aerobic, fungi, and yeast counts of wheat kernels

Sample	Total aerobic count (log CFU/g)	Fungi (log CFU/g)	Yeast (log CFU/g)
JK1	3.76±0.04 ^{e1),2)}	3.56±0.08 ^a	0.00±0.00 ^e
JK2	4.27±0.07 ^d	2.52±0.16 ^b	0.00±0.00 ^e
NS	5.38±0.03 ^a	2.67±0.07 ^b	2.41±0.05 ^a
DNS	5.67±0.06 ^a	3.39±0.15 ^a	0.00±0.00 ^e
CWRS	4.50±0.07 ^c	2.64±0.17 ^b	1.62±0.28 ^b

¹⁾ Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Fisher's least significant difference test.

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

며, 효모도 검출되지 않아서 원맥이 미생물에 의해 덜 영향을 받을 가능성이 높으며, 이러한 결과는 국내산 밀의 저장 품질이 Kwak 등(2017a)의 연구에 사용된 2011~2013년도 국내산 밀 시료보다 향상된 것으로 추정할 수 있다.

5. 항산화력 분석

국내산 및 수입산 원맥의 총 페놀함량 및 플라보노이드 함량은 Table 5와 같다. DNS와 JK1이 각각 3.08 및 2.81 mg GAE/g으로 총 페놀함량이 가장 높게 나타났으며, JK2는 2.26 mg GAE/g으로 가장 낮았다. 이러한 결과는 Jiang 등(2011)의 밀 원맥에 대한 총 페놀함량보다는 낮은 수준이나, Akond 등(2010)의 연구 결과보다는 높은 수준으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 DNS가 0.44 mg CE/g으로 가장 높았으며, CWRS가 0.34 mg CE/g으로 두번째로 높은 함량을 보였다. JK1과 NS는 중간 정도의 플라보노이드 함량을 가졌으며, JK2는 0.12 mg CE/g으로 가장 낮은 수준으로 분석되었다. JK 품종의 총 플라보노이드 함량은 Kim과 Kim (2016)에서 보고된 국내산 밀의 총 플라보노이드 함량과 유사하였다. 총 페놀함량 및 플라보노이드 함량에서 국내산 JK 품종의 경우, 두 시료에서 큰 차이를 보였다. 이러한 원인은 재배지역 및 재배방법의 차이에 기인한다고 할 수 있다(Baik 등, 1994; Dupont & Altenbach, 2003).

요약 및 결론

본 연구에서는 국내산(JK1, 2)과 수입산(NS, DNS, CWRS) 제빵용 밀의 원맥에 대한 이화학, 미생물, 항산화 특성의 비교를 시행하였다. 국내산 JK 품종의 원맥이 수분함량 및 황

Table 5. Total polyphenol and flavonoid contents of domestic and imported wheat kernels

Sample	Total polyphenol content (mg GAE/g) ¹⁾	Total flavonoid content (mg CE/g) ²⁾
JK1	2.81±0.27 ^{ab3),4)}	0.28±0.02 ^c
JK2	2.26±0.03 ^d	0.12±0.00 ^d
NS	2.70±0.08 ^{bc}	0.27±0.03 ^c
DNS	3.08±0.25 ^a	0.44±0.04 ^a
CWRS	2.47±0.03 ^{cd}	0.34±0.03 ^b

¹⁾ GAE meant gallic acid equivalent.

²⁾ CE meant catechin equivalent.

³⁾ Mean values with different superscripts within each column are significantly different across the samples at $p<0.05$ by Fisher's least significant difference test.

⁴⁾ Measurements were triplicated and expressed as mean±standard deviation.

색도가 높고, 회분함량, 단백질함량, 백도, 명도가 수입밀보다 낮게 나타났다($p < 0.05$). JK 품종의 정립 비율은 수입산 원맥과 유사하였으며, JK1에서 이물계의 비율이 13.62%로 높았다. 정선 전후의 산물밀도는 수입산(NS, CWRS)보다 낮게 나타났다($p < 0.05$). 이미지분석을 통한 원맥의 크기는 JK1, 2가 장축 및 단축에서 수입밀보다 길었다($p < 0.05$). 이러한 결과로 인하여 면적이 넓고, 돌레가 길게 나타났다. 이미지분석의 색상도 JK1, 2가 진한 황토색에 가까웠으며, 수입밀은 회색에 가까웠다. 미생물 분석에서 JK1, 2의 총균수는 수입밀보다 낮았으며($p < 0.05$), 곰팡이 수에서는 JK1이 가장 많았으나, JK2는 가장 적었다. 효모는 JK1, 2 및 DNS에서 검출되지 않았다. 총 페놀함량은 DNS가 3.08 g GAE/g으로 가장 높았으며, JK1이 2.81 mg GAE/g으로 두번째로 높았다. 그러나 JK2는 2.26 g GAE/g으로 가장 낮았다. 총 플라보노이드 함량도 DNS가 0.44 mg Ce/g으로 가장 높았으며, JK2가 0.12 mg CE/g으로 가장 낮았다. 조경밀의 경우, 수입밀 원맥보다 단백질 함량이 낮고 회색빛이 강해서 제빵시 품질이 수입밀 보다 낮을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업(과제번호: 317019-4)의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed. Method 08-01, 44-15A, 46-12. The American Association of Cereal Chemists, Inc
- Akond ASMGM, Khandaker L, Hossain KG, Furuta Y. 2010. Total polyphenol, polyphenol oxidase, antioxidant activity and color profiles of some wheat varieties from Bangladesh. *Res J Agric & Biol Sci* 6:186-190
- Baik BK, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. 1994. Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodles. *Cereal Chem* 71:315-320
- 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
- Dupont FM, Altenbach SB. 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *J Cereal Sci* 38:133-146
- Gujral HS, Sharma P, Gill BS, Kaur S. 2013. Effect of incorporating hydrothermal, kilned and defatted oats on antioxidant and chapatti making properties of wheat flour. *Food Chem* 138:1400-1406
- Jiang H, Martin J, Okot Kotber M, Seib PA. 2011. Color of whole wheat foods prepared from a bright white hard winter wheat and the phenolic acids in its coarse bran. *J Food Sci* 76:C846-C852
- Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, Kim KJ, Park KH, Kim JG. 2010a. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars I. Flour characteristics. *Korean J Breed Sci* 42:61-74
- Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, Kim KJ, Park KH, Kim JG. 2010b. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars II. End-use properties. *Korean J Breed Sci* 42:75-86
- Kim HY, Oh MS. 2001. Comparisons of bread making properties using domestic and imported flour and quality change during storage. *Korean J Dietary Cult* 16:27-32
- Kim MJ, Kim SS. 2016. Antioxidant and antiproliferative activities in immature and mature wheat kernels. *Food Chem* 196: 638-645
- Kim MJ, Kwak HS, Jung HY, Lee MJ, Kim OW, Kim H, Kim SS. 2017. Consumer perception of bread depending on wheat origin in relation to physicochemical characteristics of wheat flour. *Emirates J Food Agri* 29:351-358
- 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
- Korea Agro-Fisheries & Food Tread Corporation (AT). 2013. Market report for wheat flour. pp.71
- Kwak HS, Kim TJ, Joo EY, Cha JH, Kim AJ, Kim MJ, Kim SS. 2017a. Quality variation of domestic wheat compared to imported wheat depending on harvest year. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:146-151
- Kwak HS, Kim MJ, Kim H, Kim SS. 2017b. Quality characteristics of domestic and imported commercial plain wheat flour. *Korean J Food Sci Technol* 49:304-310
- Kwak HS, Kim MJ, Kim OW, Kim SS. 2017c. Quality characteristics of domestic strong wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:616-621
- Lee MJ, Kim MJ, Kwak HS, Lim ST, Kim SS. 2017. Effects of ozone treatment on physicochemical properties of Korean

- wheat flour. *Food Sci Biotechnol* 26:435-440
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2016. Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics Yearbook. pp. 94-307. MAFRA
- Mares D, Mrva K. 2008. Late-maturity α -amylase: Low falling number in wheat in the absence of preharvest sprouting. *J Cereal Sci* 47:6-17
- Park NK, Song JC, Kim KJ, Lee CK, Jeong HS, Chung MJ. 1999. Noodle-making characteristics of Korean wheat. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6:167-172
- Shin GM. 2008. Cereal and Baking Science of Technology. pp.170-185. Kimoonsa
- Van Hung P, Maeda T, Miyatake K, Morita N. 2009. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. *Food Res Int* 42:185-190
-
- Received 30 January, 2017
Revised 30 August, 2017
Accepted 07 September, 2017