백립계 대립 붉은곰팡이병 중도저항성 제빵용 밀(*Triticum aestivum* L.) ‘백강’

김경민 · 김경훈 · 최창현 · 정한용 · 박진희 · 양선목 · 손지영 · 박태일 · 강천식*

농촌진흥청 국립식량과학원 밀연구팀

A Wheat Cultivar ‘Baekgang’ with Good Bread Quality, White Grain Wheat, Large Kernel and Moderate Resistance to *Fusarium* Head Blight

Kyeong-Min Kim, Kyeong-Hoon Kim, Chang-Hyun Choi, Han Young Jeong, Jinhee Park, Sun-Mok Yang, Jiyoung Shon, Tae-Il Park, and Chon-Sik Kang*

Wheat Research Team, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

Abstract A new winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar ‘Baekgang’ was developed by the National Institute of Crop Science (NICS) and Rular Development Administration (RDA) in 2015. Its heading date was April 23, and its maturity date was June 3, similar to that of ‘Keumkang’. ‘Baekgang’ had a shorter culm length (75 cm), longer spike length (8.0 cm), more spikes per m² (703), and more 1,000-grain weight (47.5 g) than those of ‘Keumkang’, which were 76 cm, 7.6 cm, 631, 46.4 g, respectively. ‘Baekgang’ was not a winter hardy crop and is susceptible to powdery mildew. However, it has moderate resistance to fusarium head blight. The average grain yield in the advanced yield trial was 5.5 MT/ha, 20% more than ‘Keumkang’. In the regional yield trial, this average yield was 5.1 MT/ha upland and 5.2 MT/ha in the paddy field, which were 10% and 18% more than that of ‘Keumkang’, respectively. Baekgang’s flour yield (71.2%) and flour lightness (92.40) showed similarities to those of ‘Jokyeong’. ‘Baekgang’ also showed a higher protein content (12.4%), gluten content (10.1%), and SDS-sedimentation volume (60.0 ml). These results showed that the ‘Baekgang’ flour’s dough strength was greater than that of ‘Jokyeong’. Baekgang’s high molecular weight gluten subunits composition was *Glu-D1* (5+10), granule-bound starch synthase composition was *Wx-A1* (a), *Wx-B1* (a), and *Wx-D1* (a), and puroindoline composition was *Pina-D1(a)* and *Pinb-D1(b)* (Registration No. 6966).

Keywords Baekgang, New Variety, Strong dough, Wheat

Received on March 25, 2021. Revised on April 27, 2021. Accepted on May 5, 2021.

* Corresponding Author (E-mail: kcs1209@korea.kr, Tel: +82-63-238-5453, Fax: +82-63-238-5463)

서 언

밀(*Triticum aestivum* L.)은 옥수수, 쌀과 함께 매우 중요한 작물이며, 제빵 · 제면 · 제과 등 다양한 식품 가공품으로 소비가 꾸준히 증가하고 있다(Han & Jeong 2010). 하지만 국내의 밀 생산은 2018년 3만7천톤으로 수입량 214만1천톤 대비 0.7% 비율로 매우 적어 수입에 의존하는 실정이다(MAFRA 2019). 따라서 국산밀의 생산 및 소비 활성화를 위해서는 농가의 생산비를 절감 할 수 있는 다수성 품종과 가공업체에서 꾸준히 사용할 수 있는 균일한 품질의 밀 품종 및 원맥 생산기술이 필요하다(Choi et al. 2015).

현재까지 국내의 밀 품종은 주로 수량 증대와 숙기 단축을 주요 육종 목표로 진행하여 1970년 이후 약 38여 품종이 개발되었으며(Kim et al. 2019), 대부분은 ‘금강’(Nam et al. 1998)

등 면용이고, 과자용은 ‘고소’(Kang et al. 2015) 등 3품종, 빵용은 ‘조경’(Kang et al. 2006)이 유일하다. 밀의 가공 용도는 밀 원맥의 경도와 밀가루의 단백질 함량과 글루텐의 질적 특성으로 구분할 수 있다. 밀 원맥의 경도에 따라 제빵용 경질밀과 제면 및 제과용 연질밀로 구분할 수 있고(Lim et al. 2007), 밀가루의 단백질 함량이 높고 글루텐 강도가 강할수록 제빵용 특성을 나타내고 단백질 함량이 낮고 글루텐 강도가 약할수록 제과용 특성을 나타낸다. 국외에서는 밀 생산지역의 원맥 특성에 따라 class(제배지역)로 지정하여 생산하고 있으며, 품종이 아닌 class로 국내에 수입된다. 그리고 수입밀은 우리나라 소비자 기호에 맞는 밀가루 생산을 위해 제면업체에서 미국산 밀과 호주산 밀을 가공 용도에 맞게 적정 비율로 blending(혼합) 하고 있다(KREI 2016). 최근 국내에서도 균일한 품질의 밀가루 생산을 위한 방법으로 blending기술에 대한 관심이 높아지고 있으며, 국산밀 원맥

및 밀가루의 **blending** 활용성을 높이기 위해 고단백질, 고글루텐 품종 및 생산기술을 요구하고 있다. 이에 농촌진흥청 국립식량과학원에서는 글루텐 질적 조성이 좋은 ‘탑동’을 모본으로 제빵 특성이 우수한 ‘Klasic’ 자원을 부분으로 이용하여 단백질 함량이 높고 글루텐 강도가 강한 계통을 육성하였다. 표준 품종인 ‘금강’ 보다 수량이 많고 붉은곰팡이병에 중도저항성이며, 대비 품종인 ‘조경’ 보다 단백질 및 글루텐 함량이 높은 ‘백강’을 육성하여 이 품종의 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

농업형질 조사

계통의 지역적응성을 검정하기 위해 2013년에서 2015년까지 3년간 전북 익산, 전남 나주, 경남 진주, 경남 밀양 4개의 답리작 시험지와 경기 수원, 충남 예산, 경북 대구, 제주 4개의 전작 시험지에서 지역적응시험이 실시되었다. 파종량은 경기 수원, 충남 예산과 경북 대구에서 10a 당 14 kg 수준으로, 전북 익산, 전남 나주, 경남 진주, 경남 밀양과 제주에서 10a당 16 kg 수준이었다. 파종기는 10월 중순에 경기 수원, 충남 예산과 경북 대구에서 10월 하순에 전북 익산, 전남 나주, 경남 진주와 경남 밀양에서, 11월 상순에 제주에서 파종하였다. 시험구는 전작 조건에서 조파(줄뿌림) 휴폭(cm) × 파폭(cm) × 휴장(m) × 열수(개)로 구성하였으며, 경기 수원과 제주에서는 40 cm × 18 cm × 6 m × 6 열, 충남 예산과 경북 대구는 25 cm × 5 cm × 6 m × 6 열로 실시하였고, 답리작 조건에서는 광산파(홀어뿌림)로 하였는데 전북 익산과 경남 밀양은 150 cm × 120 cm × 6 m × 1 구, 전남 나주와 경남 진주는 150 cm × 120 cm × 5 m × 1 구로 실시하였다. 시비량은 10a당 9.1 kg(N₂), 7.4 kg(P₂O₅), 3.9 kg(K₂O) 수준으로 시용하였으며, N₂는 파종기와 생육재생기에 각각 4 : 6 비율로 나눠서 시용하였다. 밀 시험계통의 농업적 형질은 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA 2012)에 준하여 조사하였고, 재배는 국립식량과학원 표준재배법(NICS 2010)에 준하여 관리하였다. 농촌진흥청 동계작물 신품종개발 공동연구보고서에서 자세한 육성 경위와 시험방법을 알 수 있다(RDA 2013, 2014, 2015).

특성 검정

밀 특성검정은 2013년부터 2015년 3개년간 전북 익산에서 흰가루병, 붉은곰팡이병, 수발아, 파성을 경기도 연천에서 내한성을 검정하였다. 흰가루병 검정은 3월 초순에 비닐하우스에서 3반복 파종하고 차광하여 자연발생을 유도하였으며 성체의 지상

부위로부터 병의 진전 정도인 병반면적률을 조사하여 0(무발생), 1(괴사반점 형성), 3(초장 1/3 정도 이하 약한 발병), 5(초장의 중간엽까지 발병), 7(지엽 및 차위엽까지 심한 발병), 9(식물 전체에 심한 발병)으로 병징을 구분하였다. 붉은곰팡이병 검정은 병원균주인 *Fusarium graminearum*을 영화기에 스프레이 접종하고 유산지를 씌운 후 2주 뒤에 발병률을 조사하였으며, 발병률에 따라 R(0~20%), MR(21~40%), M(41~60%), MS(61~80%), S(81~100%)로 이병률 정도를 평가하였다. 내한성 검정은 9월 하순에 2반복으로 파종하여 월동 후 고사주율(%) 및 고엽률(%)을 조사하여 평가하였고, 수발아는 전북 익산에서 10월 하순에 3반복으로 파종하여 개화 후 35일 되는 이삭을 채취하여 모래묻이법을 이용하여 건전립과 수발아립을 조사하여 수발아율(%)을 평가하였다. 파성은 춘화처리 기간을 달리한 춘화처리(4℃, 3주) 계통과 춘화 무처리 계통을 각각 온실에 파종하였고, 온실의 온도는 주간 20℃, 야간 15℃를 유지하였으며, 24시간 일장 처리를 하고 계통의 주간엽수와 지엽전개일수를 조사하여 평가하였다.

품질 분석

밀가루의 품질 분석을 위한 시료를 얻기 위해 3년간 전북 익산에서 수확한 밀 원맥을 매년 각 1 kg를 14%의 수분함량으로 **tempering** 처리 한 뒤 BUHLERMLU 202 (Buhler, Uzwil, Switzerland) 제분기로 제분하였다. 밀 품질 중 수분함량과 단백질 함량, 회분 함량, 반죽 특성, 전분 및 글루텐 추출 방법은 AACC 방법(2000)에 따라 수행하였으며, 44-15A의 방법으로는 수분을, 46-30은 단백질을, 08-10은 회분을 분석하였으며, 38-10의 방법으로 10 g의 밀가루에서 글루텐을 추출하여 무게를 비율로 나타내어 글루텐 함량을 측정하였다. 아밀로스 함량과 침전가는 각각 Gibson et al. (1997)의 방법과, Axford et al. (1979)의 방법에 따라 측정하였다. 밀가루의 반죽 특성은 Mixograph (National Manufacturing Co., Lincoln, USA) 전용 용기에 밀가루 10 g과 증류수를 넣은 후 10분 동안 반죽하여 나타나는 그래프 모양을 분석하였다. 전분 특성은 Micro-viscoamylograph (Brabender Instruments Inc., Duisburg, Germany)를 이용하여 최고점도와 최저점도, 최종점도를 분석하였고, Minolta JS-555 (Minolta Camera Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 밀가루 색도 중 백도(L)를 분석하였다.

품질 표지인자 분석

밀가루 글루텐 강도와 관련 있는 고분자 글루테닌(HMW-GS; high molecular weight glutenin subunits)의 조성 중 *Glu-D1*

분석은 Liu et al. (2008) 방법과 De Bustos et al. (2001) 방법을, 밀가루 밝기에 관여하는 PPO (polyphenol oxidase)는 Sun et al. (2005) 방법을, 전분합성에 관여하는 GBSS (granule bound starch synthase)는 Nakamura et al. (2002) 방법을, 종실경도와 관련 있는 puroindolines는 Gautier et al. (1994) 방법을 이용하여 분석 후 검정하였다.

제빵 특성

제빵 특성 평가를 위한 식빵은 AACC(2010)의 10-10.03 straight-dough-bread-making 방법을 변형하여 제조하였다. 재료는 원맥을 제분하여 얻은 밀가루 100 g(수분 14%), 설탕 6.0 g, 탈지분유 4 g, 소금 1.5 g, 쇼트닝 3.0 g, 효모 2.0 g과 0.2%의 보리 맥아 추출물을 사용하였다. 가수량과 반죽시간은 단백질 함량, 반죽 감촉과 외관을 평가하여 결정하였고, 반죽은 Pin mixer (National Mfg. Co., Lincoln, USA) 기기를 사용하였다. 반죽 후 온도 30℃, 습도 85% 조건의 발효기(Daeyung bakery machinery Co., Seoul, Korea)에서 55분간 1차 발효 후 punching (가스빼기)를 하였고, 2차 발효(24분)와 punching 후 13분간 중간 발효를 하였다. 이후 반죽을 성형을 하여 팬에 넣고 45분간 3차 발효를 실시하였고, 오븐기(Daeyung bakery machinery co., Seoul, Korea)에 190℃에서 30분간 구운 다음 실온에서 2시간 방냉 하였다. 식빵의 부피 측정은 Loaf volumeter (National Mfg. Co., Lincoln, USA)를 이용하였고, 속질 경도는 TA-XT2 texture analyzer (Stable micro systems, Haslemere, England)를 이용하여 측정하였다.

통계 분석

시험성적에 대한 통계 분석은 SAS Ver. 9.1 프로그램(SAS 2002)을 이용하여 분산분석을 실시하고 LSD 검정을 하였고, $p < 0.05$ 유의수준으로 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

결과 및 고찰

육성 경위

국내 밀 품종개발은 1970년 이후 ‘금강’ 등 38개의 품종이 개발되었으나 국수용이 대부분이며, 과자용 3품종, 빵용으로는 ‘조경’ 1품종이 개발·보급되고 있다. 이에 농촌진흥청에서는 국산밀 용도의 다양화를 위해 빵용 밀 품종개발을 목표로 2005년도에 내한성이 강하고 밀 단백질 글루텐 중 HMW-GS 조성이 5+10을 지니고 있는 ‘탐동’을 모본으로 하고, 빵용 특성이 우수한

‘Klasic’ 자원을 부분으로 인공교배를 실시하여 ‘IW200502001’ 조합을 육성하였다. F₁ 양성 후 전라북도 남원에서 집단재배하고 계통을 전개하여 초형과 수형이 양호하며 내한성이 강하고, 조숙 계통인 ‘IW200502001-B-B-B-6-10’을 선발하였다. 2011년과 2012년에 2년간 생산력검정시험에 공시한 결과 생육특성, 내병성 및 수량성이 우수하여 ‘익산366호’로 계통명을 부여하였다. 이 계통에 대하여 2013년도부터 3개년 동안 전작 4개소와 답리작 4개소에서 지역적응시험을 수행한 결과, 숙기가 빠르면서 답리작 적응 다수성이고, 백립계이면서 대립이며, 붉은곰팡이병에 중도저항성이었다. 밀가루 품질에 있어서도 제빵용에 적합한 단백질 함량과 글루텐을 함유하고 있으며, 밀가루 색택이 밝고, 식빵의 부피가 크고 부드러워 빵 가공적성이 우수하여 2015년 직무육성 신품종선정심의회에서 ‘백강’으로 명명하였다. 이후 국립종자원에 품종보호 출원을 하여 재배 심사를 하였고, 2018년 종자산업법 제 55조에 따라 품종보호 제 6966호로 품종보호 등록원부에 등록이 되었으며, 자세한 계보도와 계통도는 Fig. 1과 Fig. 2에서 도식화하였다.

고유특성

‘백강’의 고유특성 중 총성은 중간형이며 파성은 II로 춘파가 가능하고, 잎은 담녹색이고 엽폭은 중간 정도에 다소 늘어지는 특성이다. 줄기 굵기는 중간 정도이고 이삭은 황백색에 방추형이며, 종실 크기는 대립이고 종실색은 백립계로 ‘금강’과 비슷하다 (Table 1).

출수기와 성숙기

‘백강’의 출수기는 전작에서 4월23일, 답리작에서 4월 24일로 표준품종인 ‘금강’과 같았다. 지역별로는 제주에서 ‘백강’ 4월 12일과 ‘금강’ 4월 14일로 가장 빨랐고, 경기 수원에서 ‘백강’과 ‘금강’ 모두 4월 29일로 가장 늦었다. 성숙기는 전작에서 6월 3일, 답리작에서 6월 2일로 ‘금강’ 대비 전작은 같았고, 답리작에서는 1일 늦었다. 지역별로는 ‘백강’이 경남 밀양과 제주에서 5월 28일로 가장 빠르고 경기 수원과 충북 예산에서 6월 10일로

Fig. 1. Pedigree chart of wheat cultivar ‘Baekgang’

^zPYT: preliminary yield trial, ^yAYT: advanced yield trial, ^xRYT: regional yield trial.

Fig. 2. Pedigree diagram of cultivar 'Baekgang'.

Table 1. Inherent characteristics of a new wheat cultivar 'Baekgang'. (National Institute of Crop Science 2015)

Cultivar	Vernalization	Leaf				Stem		Spike		Awn		Kernel	
		Color	Width	Angle	Length	Color	Thick	Color	Shape	Color	Length	Size	Color
Baekgang	II	DG ^z	M ^y	M	M	LY ^x	M	LY	Rod	LY	M	L ^w	W ^v
Keumkang	III	DG	M	M	M	LY	M	LY	Rod	LY	M	L	W

^zDG: dark green, ^yM: middle, ^xLY: light yellow, ^wL: large, ^vW: white

Table 2. Heading and yellow ripe stage date of cultivar 'Baekgang'. (RYT^z, 2013~2015)

Field condition	Region	Heading date		Maturity date	
		Baekgang	Keumkang	Baekgang	Keumkang
Upland	Suwon	April 29	April 29	Jun 10	Jun 9
	Yesan	April 28	April 28	Jun 10	Jun 9
	Daegu	April 23	April 23	May 29	May 29
	Jeju	April 12	April 14	May 28	May 29
	Mean	April 23	April 23	Jun 3	Jun 3
Paddy	Iksan	April 26	April 26	Jun 3	Jun 2
	Naju	April 23	April 22	Jun 7	Jun 5
	Jinju	April 26	April 27	May 31	May 30
	Miryang	April 18	April 18	May 28	May 28
	Mean	April 24	April 24	Jun 2	Jun 1
Total		April 23	April 23	Jun 3	Jun 2

^zRYT: regional yield trial.

가장 늦었으며, '금강'은 경남 밀양에서 5월 28일로 가장 빠르고, 경기 수원과 충남 예산에서 6월 9일로 가장 늦었다(Table 2).

생육 및 수량구성 요소

'백강'의 간장은 75 cm로 '금강'(76 cm) 대비 1 cm 짧았으나 유의성은 없었고, 수장은 8.0 cm로 '금강'(7.6 cm) 대비 0.4 cm

길었다. 수수는 703 개/m²로 '금강'(631 개/m²) 대비 72개 많았고, 1수립수는 31립으로 '금강'과 같았으며, 천립중은 47.5 g으로 '금강'(46.4 g) 대비 1.1 g 무거웠다(Table 3).

재해 저항성

'백강'의 재해저항성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 도복

Table 3. Agronomic characteristics of cultivar 'Baekgang'. (RYT^z, 2013~2015)

Cultivar	Culm length (cm)	Spike length (cm)	Number of spike per m ²	Number of grain per spike	1,000 grain weight (g)
Baekgang	75 ^a	8.0 ^a	703 ^a	31 ^a	47.5 ^a
Keumgang	76 ^a	7.6 ^b	631 ^b	31 ^a	46.4 ^b

^zRYT: regional yield trial.^{a-b}Values followed by the same letters within same are not significantly different at $p < 0.05$.**Table 4.** Lodging, winter hardiness and disease resistance of the cultivar 'Baekgang'. (RYT^z, 2013~2015)

Cultivar	Degree of lodging (0~9) ^y								Withered plant (%) ^x		Pre-harvest sprouting rate (%)	Disease resistance ^w (S-R)	
	Suwon	Yesan	Iksan	Naju	Daegu	Jinju	Miryang	Jeju	High ridge	Low ridge		Fusarium head blight	Powdery mildew
Baekgang	1	1	0	0	0	0	0	0	33.3	34.6	27.9	M	S
Keumgang	1	1	0	0	0	0	0	0	0.0	8.3	16.5	S	S

^zRYT: regional yield trial.^yRating score: 0=excellent or strong, 9=worst or weak.^xWinter killing rate was tested in Yeoncheon from 2013 to 2015.^wS: susceptible, M: moderate, R: resistant. **Fig. 3.** Comparison of Fusarium head blight on two wheat cultivar 'Baekgang'(A) and 'Keumgang'(B).

지수는 '금강'과 비슷하였으며, 내한성은 연천지역에서 저휴재배 고사주율이 33.3%, 고휴재배 34.6%로 '금강'(0.0%, 8.3%)에 비해 약하였고, 수발아율은 27.9%로 '금강'(16.5%) 대비 11.4% 높아 수발아 저항성이 약하게 평가되었다. 흰가루병은 '백강'과 '금강' 두 품종 모두 감수성을 나타내었으나, 붉은곰팡이병은 중도저항성으로 '금강'보다 강하게 나타났다(Fig. 3).

수량성

'백강'의 생산력검정시험 결과 종실 수량 5.5 MT/ha로 표준 품종인 '금강'(4.6 MT/ha) 대비 20% 증수하였다(Table 5). 그 후

3 년간 전작 4개소 답리작 4개소 총 8개소의 지역에서 '백강'의 지역적응시험을 실시한 결과, 평균 종실 수량은 전작에서 5.1 MT/ha, 답리작에서 5.2 MT/ha으로 '금강'(4.7 MT/ha, 4.5 MT/ha)에 비해 각각 10%, 18% 증수하였고, 전체적으로 14% 종실 수량이 증가한 성적을 나타내었다(Table 6). 이는 수량구성요소인 수수와 천립중의 증가로 인한 수량 증대로 판단되었다.

품질특성

제분율은 '백강'이 71.2%로 대비품종인 '조경'(71.0%) 보다 0.2% 높았으며, 회분 함량은 0.42%로 '조경'(0.48%) 보다 0.06%

Table 5. Grain yield of cultivar ‘Baekkang’ in the advanced yield trial (AYT) at Iksan. (AYT, 2011~2012)

Cultivar	Grain yield (MT/ha)	Index
Baekkang	5.5 ^a	120
Keumkang	4.6 ^b	100

^{a-b}Values followed by the same letters within same are not significantly different at $p<0.05$.

Table 6. Grain yield of the cultivar ‘Baekkang’ in the regional yield trials (RYT) tested in the eight locations. (2013~2015)

Field condition	Location	Baekkang (MT/ha)				Index ^z	Keumkang (MT/ha)			
		2013	2014	2015	Mean		2013	2014	2015	Mean
Upland	Suwon	4.3	5.0	3.6	4.3	77	5.2	5.7	5.8	5.6
	Yesan	6.2	5.9	6.9	6.3	123	6.1	5.0	4.3	5.1
	Daegu	6.7	4.6	3.9	5.2	113	6.1	3.5	4.1	4.6
	Jeju	5.2	4.4	3.5	4.4	125	4.2	3.7	2.6	3.5
	Mean	5.6	5.1	4.5	5.1	110	5.4	4.5	4.2	4.7
Paddy	Jeonju	4.6	4.5	4.7	4.6	118	4.5	4.0	3.1	3.9
	Naju	3.3	5.3	5.7	4.8	130	2.4	4.5	4.2	3.7
	Jinju	5.7	5.7	5.3	5.5	107	5.4	5.3	4.8	5.2
	Miryang	-	5.8	6.0	5.9	116	-	5.3	4.9	5.1
	Mean	4.5	5.3	5.4	5.2	118	4.4	4.7	4.2	4.5
Mean		5.1	5.2	5.0	5.1 ^a	114	4.8	4.6	4.2	4.6 ^b

^zIndex: Grain yield of ‘Baekkang’/Grain yield of ‘keumkang’

^{a-b}Values followed by the same letters within same are not significantly different at $p<0.05$.

Table 7. Flour yield and flour characteristics of cultivar ‘Baekkang’ in the regional yield trials.

Cultivar	Flour (%)	Ash (%)	Protein (%)	SDSS ^z (ml)	Gluten (%)	Flour color (L ^y)
Baekkang	71.2 ^a	0.42 ^b	12.4 ^a	60.0 ^a	10.1 ^a	92.40 ^a
Jokyung	71.0 ^a	0.48 ^a	11.1 ^b	49.5 ^b	8.3 ^b	92.27 ^a

^zSDSS: SDS-sedimentation volume, ^yL: lightness.

^{a-b}Values followed by the same letters within same are not significantly different at $p<0.05$.

낮았고, 밀가루 밝기의 L 값은 92.40으로 ‘조경’(92.27)과 비슷하였다. 단백질의 함량은 12.4%로 ‘조경’(11.1%) 보다 1.3% 높았고, 글루텐 함량은 10.1%로 ‘조경’(8.3%) 보다 1.8% 높았으며, 침전가는 60.0 ml로 ‘조경’(49.5 ml) 보다 10.5 ml 높아 밀가루 반죽의 강도가 대비품종인 ‘조경’ 보다 강하다는 것을 간접적으로 시사하였다(Table 7). 밀가루의 반죽특성을 분석한 결과, ‘백강’의 가수량은 62.0%로 조경(61.8%)과 비슷하지만 반죽 시간은 4.7 min으로 ‘조경’(3.9 min) 보다 길었으며, 반죽 안전성은 14.5 mm로 ‘조경’(15.7 mm)과 비슷하게 나타났다. 아밀로스 함량은 24.5%로 ‘조경’(24.8%) 보다 0.3% 낮았고, 최고점도의 값은 129 BU로 ‘조경’(129 BU)과 같았다(Table 8). 이러한 반죽

특성의 결과는 ‘백강’이 제빵용에 적합하다는 것을 알 수 있었다.

제빵 특성 평가

‘백강’의 제빵 특성은 식빵 부피와 속질 경도를 분석하였으며 그 결과는 Table 9에 나타난 바와 같다. ‘백강’의 식빵 부피는 950 ± 25.00 ml로 대비 품종 ‘조경’(900 ± 12.50 ml)보다 크게 나타났다(Fig. 4), 속질 경도는 1.96 ± 1.65 N으로 ‘조경’(2.14 ± 1.15 N)보다 부드럽게 나타나 제빵용으로 적합한 특성을 나타냈다.

품질 표지인자 특성

품질 표지인자는 HMW-GS(high molecular weight glutenin

Table 8. Rheological properties of dough and pasting properties of cultivar ‘Baekgang’ in the regional yield trials.

Cultivar	Mixograph			Amylose (%)	Pasting properties (BU)
	Water absorption (%)	Mixing time (min)	Mixing tolerance (mm)		Peak viscosity
Baekgang	62.0 ^a	4.7 ^a	14.5 ^a	24.5 ^a	129.0 ^a
Jokyung	61.8 ^a	3.9 ^b	15.7 ^a	24.8 ^a	129.0 ^a

^{a-b}Values followed by the same letters within same are not significantly different at $p<0.05$.

Table 9. Bread processing characteristics of cultivar ‘Baekgang’ in the regional yield trials. (RYT, 2013~2015)

Cultivar	Bread characteristics	
	Bread Loaf Volume (ml)	Hardness (N)
Baekgang	950±25.00 ^a	1.96±1.65 ^a
Jokyung	900±12.50 ^b	2.14±1.15 ^a

^{a-b}Values followed by the same letters within same are not significantly different at $p<0.05$.

Fig. 4. Comparison of loaf bread shape on two wheat cultivar ‘Baekgang’(A) and ‘Jokyung’(B) in 2015.**Table 10.** Subunits of HMW-GS, GBSS and puroindolines of cultivar ‘Baekgang’.

Cultivar	HMW-GS ^z	PPO18 ^y	GBSS ^x		Puroindolines		
	<i>Glu-D1</i>	(bp)	<i>Wx-A1</i>	<i>Wx-B1</i>	<i>Wx-D1</i>	<i>Pina-D1</i>	<i>Pinb-D1</i>
Baekgang	5+10	685	a ^w	a	a	a	b ^v
Keumgang	5+10	685	a	a	a	a	b
Jokyung	5+10	685	a	a	a	a	b

^zHMW-GS : high molecular weight glutenin subunit.

^yPPO18 : polyphenol oxidase 18.

^xGBSS : granule bound starch synthase.

^wa: wild type, ^vb: mutant.

subunit) 중 *Glu-D1*, PPO(polyphenol oxidase)18, GBSS(granule bound starch synthase), puroindolines를 분석하였으며, 그 결과는 Table 10과 같다. 단백질 질적 특성 중 글루텐 강도에 큰 영향을 미치는 *Glu-D1*의 조성은 5+10를 나타내어 밀가루 반죽의 탄력성과 신축성이 강할 것으로 판단되고, 빵 가공에는 적합한 단백질 조성이라는 것을 알 수 있었다. 밀가루 면 밝기에 관여하는 PPO18 표지인자를 분석한 결과 685 bp로 면의 밝기는 밝은 특성을 나타낼 것으로 생각되었다. 아밀로스 생성에 관여하는 전분합성효소인 GBSS 조성을 분석한 결과 *Wx-A1*, *Wx-B1*, *Wx-D1* 모두 a형으로 종자가 찰성이 아닌 메성을 나타내는 것과 일치하며, 밀 원맥의 경도와 관련된 puroindolines의 조성은 *Pina-D1*은 a형, *Pinb-D1*은 b형으로 ‘금강’ 및 ‘조경’과 같은 유전형을 가져 세 품종의 제분율이 비슷하게 나타난 결과와

일치하였다.

적 요

‘백강’은 2015년에 농촌진흥청 국립식량과학원에서 새롭게 육성한 제빵용 밀 품종이다. ‘백강’의 파성은 II형으로 양절형이고, 잎색은 담녹색, 이삭은 황백색에 방추형이고, 종자는 백색에 대립이다. 출수기는 전작 4월 23일, 답리작 4월 24일이며 성숙기는 전작 6월 3일, 답리작 6월 2일로 표준 품종인 ‘금강’과 비슷하다. 수수는 703개로 ‘금강’보다 72개 많았고, 1수립수는 31립으로 ‘금강’과 같았으며, 천립중은 47.5 g으로 ‘금강’보다 대립이다. 조곡 수량은 지역적응성 시험에서 전작 5.1 MT/ha 답리작 5.2 MT/ha로 ‘금강’ 대비 각각 10%, 18% 증수하였고, 평균

수량은 5.1 MT/ha로 ‘금강’ 보다 14% 수량이 많았다. ‘백강’의 재해저항성은 ‘금강’ 보다 내한성이 약하고 수발아율이 높았으나, 붉은곰팡이병에 중도저항성으로 강하였다. 제빵 특성에서 식빵 부피는 제빵용 품종인 ‘조경’ 보다 크고, 속질 경도는 부드러워 제빵 가공에 적합한 특성을 보였다. ‘백강’의 개발은 국내 대부분 밀 품종이 국수용인 상황에서 새로운 제빵용 밀 품종으로서 소비자의 다양한 용도의 국산 밀 품종을 활용 요구를 충족할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제명: 답리작 적응 가공용도별 밀 품종개발, 과제번호: PJ012464012021)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- American Association of Cereal Chemists (AACC). 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. The Association: St. Paul, MN.
- American Association of Cereal Chemists (AACC). 2010. Approved methods of analysis, 11th ed. Available online only. The Association: St. Paul, MN.
- Axford DWE, McDermott EE, Redman DG. 1979. Note on the sodium dodecyl sulfate test of bread making quality: Comparison with Pelschenke and Zeleny tests. *Cereal Chem* 56: 582-584.
- Choi YS, Lee JK, Choi YH, Kim YH, Shin M. 2015. Quality characteristics of wheat flours from new released Iksan370 with long spike and domestic wheat cultivar. *Korean J Food Cook Sci* 31: 551-556.
- De Bustos A, Rubio P, Soler C, Garcia P, Jouve N. 2001. Marker assisted selection to improve HMW-glutenins in wheat. *Euphytica* 119: 69-73.
- Gautier MF, Aleman ME, Guirano A, Maron D, Joudrier P. 1994. *Triticum aestivum* puroindolines, two basic cysteine-rich seed proteins: cDNA sequence analysis developmental gene expression. *Plant Mol Biol* 25: 43-57.
- Gibson TS, Solah VA, McCleary BV. 1997. A procedure to measure amylase in cereal starches and flours with concanavalin. *Am J Cereal Sci* 25: 111-119.
- Han JH, Jeong KJ. 2010. Factors expanding consumption of domestic wheat processed products. *Korean J of Agric Management and Policy* 37: 573-599.
- MAFRA. 2019. Ministry of agriculture, food and rural affairs statistical yearbook. p. 310.
- Kang CS, Cheong YK, Kim KH, Kim HS, Son JH, Kim KH, Park JC, Kim DH, Choi JK, Bae JS, Kim KJ, Lee CK, Park KG, Kim BK, Park KH, Park CS. 2015. A wheat variety, ‘Goso’ with low protein, good cookie, red grain wheat and resistance to pre-harvest sprouting. *Korean J Breed Sci* 47: 330-338.
- Kang MS, Lee CK, Park DS, Ku BC, Park KG, Ko JM, Hyun JN, Kim JC, Nam JH, Suh DY, Kim SJ, Yun YS, Hwang JJ, Kim JG. 2006. A new white wheat cultivar, “Jokyoung” for bread making. *Korean J Breed Sci* 38: 139-140.
- Kim KM, Kim KH, Cheong YK, Choi CH, Kim YK, Park JH, Kim KH, Jang J, Choi JK, Bae JS, Min BK, Kim S, Han OK, Kim YJ, Kim BK, Park TI, Park CS, Kang CS. 2019. “Taejoong” a wheat variety with good noodle quality, red grain, long spike, and moderate resistance to fusarium head blight. *Korean J Breed Sci* 51: 445-452.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2016. Market structure and performance analysis of the imported grain processing industries: Focusing on the food processing industries (year 1 of 2). pp. 16-16.
- Lim EY, Chang HK, Park YS. 2007. Physicochemical properties and the product potentiality of soft wheats. *Korean J Food Sci Technol* 39: 412-418.
- Liu SX, Chao SM, Anderson JA. 2008. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat. *Theor Appl Genet* 118: 117-183.
- Nakamura T, Virnten P, Saito M, Konda M. 2002. Rapid classification of partial waxy wheats using PCR-based markers. *Genome* 45: 1150-1156.
- Nam JH, Song HS, Park HH, Heo HY, Park MW, Park KH, Rho CW, Nam SY, Ju JI, Park CB, Lee YS, Park SG, Kim DH. 1998. A new high milling, early maturity, semi-dwarf and white grain wheat variety “Keumkangmil” with good bread quality. *RDA J Crop Sci* 40: 81-87.
- NICS (National Institute of Crop Science). 2010. Task performance plan for test research business. Wanjung-gun, Korea. pp. 45-54.
- RDA (Rural Development Administration). 2012. Agricultural science and technology of analysis based on research(I). pp. 315-374.
- RDA (Rural Development Administration). 2013. Report of

- development new variety of winter crops. pp. 95-114.
21. RDA (Rural Development Administration). 2014. Report of development new variety of winter crops. pp. 105-126.
22. RDA (Rural Development Administration). 2015. Report of development new variety of winter crops. pp. 75-95.
23. Sun DJ, He ZH, Xia XC, Zhang LP, Morris CF, Appels R, Wang H. 2005. A novel STS marker for polyphenol oxidase activity in bread wheat. *Molecular Breeding* 16: 209-218.