

밀 품종 혼파와 밀가루 혼합에 따른 품질 및 가공적성 분석

김경민¹ · 김경훈¹ · 강천식¹ · 정한용¹ · 최창현¹ · 박진희¹ · 손재한² · 양진우² · 김영진³ · 박태일³ · 권미라^{4,†}

Analysis of Quality and Processing Suitability of Mixed Seeding and Flour Blending between Wheat Varieties

Kyeong-Min Kim¹, Kyeong-Hoon Kim¹, Chon-Sick Kang¹, Han young Jeong¹, Chang-Hyun Choi¹, Jinhee Park¹, Jae-Han Son², Jinwoo Yang², Young-Jin Kim³, Tae-Il Park³, and Meera Kweon^{4,†}

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effect of mixed seed sowing and flour blending on the uniformity of flour quality of Korean domestic wheat. Two wheat varieties (Keumkang and Baegjoong) were selected for sowing mixed seeds, and their growth characteristics and flour quality were analyzed. Quality of flour blending with the same varieties was also evaluated. The ratios for mixed seed sowing and flour blending were from 0 to 100% with a 10% increase of interval for each treatment. On increasing the portion of Baegjoong in mixed seed sowing, the heading time was a little delayed, however, yield increased. The results of the flour quality showed lower damaged starch content and sodium carbonate SRC (solvent retention capacity) value for Keumkang than for Baegjoong. Protein quantity by protein content and quality by SDSS (Sodium Dodecyl Sulfate-Sedimentation) volume, lactic acid SRC, and mixograph pattern of Keumkang were superior to those of Baegjoong. Compared with mixed seed sowing, overall quality characteristics of flours with different ratios showed predictable and proportional change by flour blending. This demonstrated the successful application of flour blending, compared with mixed seed sowing, for improving the uniformity of flour quality.

Keywords : flour blending, growth characteristics, mixed seed sowing, uniformity, wheat flour quality

밀은 옥수수, 쌀과 더불어 세계 3대 작물로서 다양한 식품 가공품의 원재료로 이용되는데, 국내에서도 밀가루를 이용한 제빵, 제면, 제과류의 소비가 증가하고 있는 추세이다 (Choi, 2001; Kim, 2006; Han & Jeong, 2010). 우리나라의 밀 생산량은 2017년 3만7천톤으로 수입량 215만5천톤에 대비 1.7% 비율로 매우 낮으며 대부분을 수입에 의존하고 있다(MAFRA, 2018). 국산밀이 국내에서 생산량이 떨어지는 이유로는 농가당 생산규모가 작고 분산된 농지, 재배관리 소홀, 벼 중심의 밀재배에 따른 조기수확 등으로 같은

품종 내에서도 품질균일도가 떨어져 수입밀보다 품질이 낮게 평가되는 등 제품 가공업체에서의 기피로 인한 안정적인 수매처가 없기 때문이다(Kim *et al.*, 2018). 밀 원액은 종실의 경도에 따라 제빵용인 경질밀과 제면 및 제과용인 연질밀로 구분되고 있으며(Lim *et al.*, 2007), 밀가루는 가공용도에 따라 제빵용 강력분, 제면용 중력분, 제과용 박력분으로 나뉜다. 수입밀의 경우 제분 업체에서 우리나라 소비자 기호에 맞는 밀가루 생산을 위해 미국산과 호주산 밀 등 가공용도에 맞게 적정 비율로 혼합하여 사용하고 있다

¹농촌진흥청 국립식량과학원 밀연구팀 농업연구사 (Researcher, Wheat Research Team, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea)

²농촌진흥청 국립식량과학원 밀연구팀 박사 후 연구원 (Postdoc, Wheat Research Team, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea)

³농촌진흥청 국립식량과학원 밀연구팀 농업연구관 (Senior Researcher, Wheat Research Team, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea)

⁴부산대학교 식품영양학과 부교수 (Associate Professor, Department of Food Science and Nutrition, PNU, Busan 46241, Republic of Korea)

†Corresponding author: Meera Kweon; (Phone) +82-51-510-2716; (E-mail) meera.kweon@pusan.ac.kr

<Received 10 June, 2019; Revised 18 July, 2019; Accepted 21 July, 2019>

(KREI, 2016).

일반적으로 혼파는 두 종류 이상의 작물 종자를 혼합하여 재배하는 방식으로 단일 작목파종인 단파에 비해 도복 등 내재해성이 높아 수량과 품질을 높일 수 있으며, 입지공간의 효율적 증대, 잡초발생의 경감 효과, 비료성분의 합리적 이용 및 재해에 대한 안정성의 증대 등 장점이 있다(Lee *et al.*, 2016). 타 작목 간 혼파재배는 사료가치 향상을 위한 귀리와 헤어리베치 혼파(Kim *et al.*, 2002), 생산성 증대를 위한 이탈리아 라이그라스와 귀리 혼파(Hwang *et al.*, 2008), 청보리와 맥주보리 혼파(Song *et al.*, 2015) 등이 연구되었다. 동일 작목간의 혼파재배는 밀에서 생산성 증대를 목적으로 장간인 수안밀과 단간인 얇은뱅이밀과 조경밀을 혼파 재배하여 최대 수량의 혼파비율을 설정하였다(Lee *et al.*, 2016). 하지만 밀은 다른 곡물들과 달리 제분하여 가루 형태로 이용하며, 단백질 함량과 글루텐 생성 강도에 따라 용도가 구분되어 사용 목적에 맞는 밀가루 품질 또한 매우 중요하다. 하지만 최근 기상환경 변화로 인하여 같은 밀 품종에서도 연차 및 지역 간 품질 변이가 있으며, 국내에서는 용도별 단일 품종만 제분하여 이용하고 있어 밀가루 품질 균일도가 떨어지는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 밀의 생산량 증대와 밀가루 품질 균일성 증진을 위해 백립계이면서 높은 제분율을 나타내고 숙기가 빠르며 빵용 특성을 지닌 금강밀(Nam *et al.*, 1998)과 백립계이면서 다수성이고 제면용 특성을 지닌 백중밀(Park *et al.*, 2008)을 비율별로 혼파 재배하여 생육 및 제분한 밀가루의 품질특성을 조사하였다. 그리고 밀가루 혼합과의 품질 비교 분석을 통해 혼파재배의 품질 안정성을 알아보았다. 이와 같은 결과를 토대로 용도와 가공특성이 다른 밀 혼파 재배와 품질 특성이 고려된 밀가루 혼합을 통해 최종 가공 용도에 맞는 특성을 나타내는 균일한 품질의 밀가루 생산 개발이 목적이다.

재료 및 방법

시험재료 및 처리

본 시험은 2016년 10월부터 2018년 6월까지 국립식량과학원 남부작물부(경남 밀양) 답리작 포장 조건에서 수행했다. 시험품종은 금강밀과 백중밀을 공시하였고 파종은 휴립 광산파 방법으로 한 시험구의 면적은 150 cm × 120 cm × 500 cm (휴폭×파폭×휴장)이며, 파종량은 16 kg/10a를 기준으로 하였다. 금강밀과 백중밀의 혼파비율은 0-100%까지 10% 차이를 두고 혼합하였으며 총 11개(금강밀100%, 금강밀90% : 백중밀10%, 금강밀80% : 백중밀20%, 금강밀70% :

Table 1. Mixed seeding and flour blending ratios of two wheat varieties.

No.	Keumkang ratios (%)	Baegjoong ratios (%)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	0	100

백중밀30%, 금강밀60% : 백중밀40%, 금강밀50% : 백중밀50%, 금강밀40% : 백중밀60%, 금강밀30% : 백중밀70%, 금강밀20% : 백중밀80%, 금강밀10% : 백중밀90%, 백중밀100%)의 시험구를 난괴법 3반복으로 배치하였다. 밀가루 혼합은 100% 금강밀과 100% 백중밀을 파종한 시험구에서 수확한 종자를 제분하여 혼파와 똑같은 처리비율로 밀가루를 혼합 하였다(Table 1). 시비량은 밀 표준시비량인 10a당 N₂ 9.1 kg, P₂O₅ 7.4 kg, K₂O 3.9 kg를 기준으로 사용하였으며, 병해충 및 잡초방제는 작물의 생육에 영향을 미치지 않도록 발생시기에 적절하게 방제하였고, 밀의 농업적 형질의 조사는 국립식량과학원 표준재배법(NICS, 2010)과 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2012)에 준하여 조사하였다.

기상환경 조사

기상환경은 밀의 생육기간인 10월부터 6월까지 수집하여 조사 하였다. 온도, 강수량, 일조시간은 Fig. 1에 나타난 바와 같으며, 2016-2017년, 2017-2018년, 5년(2014-2018)의 평균을 비교 분석하였다. 2016-2017년 평균 온도(11.0°C)는 2017-2018 (10.0°C)년 보다 1.0°C 높았고, 5년 평균(9.7°C)보다 1.3°C 높았다. 2016-2017 강수량(460.8 ml)은 2017-2018년 강수량(586.9 ml)보다 126.1 ml 적었고, 평년인 5년(593.2 ml) 강수량보다도 132.4 ml 적었다. 2016-2017년 일조시간은 1759.8시간으로 2017-2018년(1789.8시간)보다 30.0시간 적었고 5년(1790.0시간)보다 30.2시간 적었다.

밀가루 이화학적 품질분석

품질분석을 위한 밀가루는 수확한 밀 원맥 시료를 1 kg을

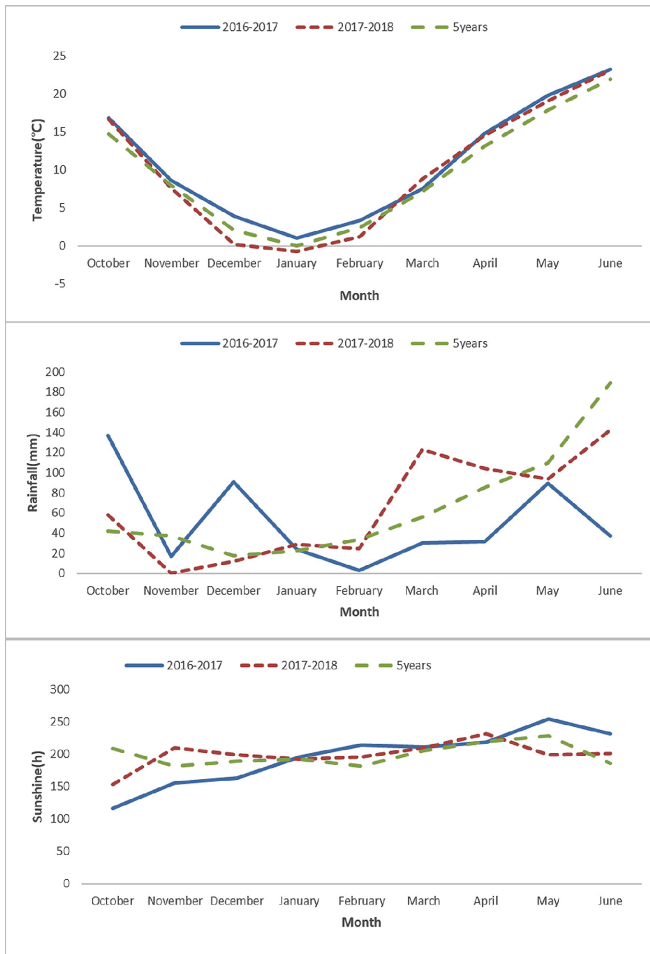


Fig. 1. Monthly mean temperature, rainfall, and sunshine during the wheat-growing period in Miryang.

준비하여 수분 14%로 tempering한 후 제분기(BUHLERMLU 202, Buhler, Uzwil, Switzerland)를 이용하여 제분하였다. 단백질 함량(%)은 밀가루 시료를 질소/단백질 분석기(Kjeltec 8400, Foss, Hillerod, Denmark)를 이용하여 전질소 함량을 구한 다음 질소계수 5.7을 곱하여 산출하였고 수분함량을 14% 기준으로 보정하였다. 회분 함량(%)은 AACC Method 08-01 방법으로 측정하였고, 아밀로스 함량(%)은 Williams *et al.* (1970)의 방법에 따라 수행하여 분석하였다. 손상전분 함량(%)은 Megazyme kit (K-SDAM, Bray Business Park, Bray, Ireland)을 이용하여 분석하였고, 침전가는 SDS-Sedimentation test 방법을 이용하여 분석하였다.

Solvent Retention Capacity (SRC) 분석

밀가루의 기능적 품질분석을 위한 밀가루 용매 보유능력 SRC는 AACC Method 56-11.02 (AACC International 2010)에 따라 네 가지 용매로 물(증류수), 5% (w/w) 젖산(lactic

acid) (Acros, Morristown, NJ, USA), 5% (w/w) 탄산나트륨 (sodium carbonate) (Duksan, Seoul, Korea), 50% (w/w) 설탕(sucrose) (Duksan)을 사용하여 수행하였으며, 밀가루 시료로는 금강밀과 백중밀의 혼파비율이 금강밀100%, 금강밀 70% : 백중밀30%, 금강밀50% : 백중밀50%, 금강밀30% : 백중밀70%, 백중밀100%)인 혼합원맥 시료들에서 제분된 밀가루와 제분된 금강밀과 백중밀 밀가루를 혼파비율과 동일하게 혼합한 밀가루시료들을 대표적으로 선택하여 분석하였다. 미리 무게를 잰 4개의 50 mL conical tube에 각각의 용매 25 g을 재어 넣은 다음, 밀가루 5 g (± 0.050 g)을 측정하여 각 용매를 밀가루 시료에 부은 후 세계 흔들어 밀가루가 잘 분산되게 하였다. 타이머를 20분으로 설정하고 20분 동안 5분 간격으로 튜브를 잘 흔들어 밀가루가 충분히 수화되도록 하였다. 각 용액에서 잘 수화된 밀가루를 원심분리기(LaboGene1248, Gyrozen Inc., Daejeon, Korea)에 넣고 1000 × g force에서 15분 동안 원심분리 한 다음 상층액을 제거하였고, 남은 침전물의 무게를 측정하여 AACC 법에 따라 SRC (%)를 계산하였다.

반죽특성 분석

밀가루 반죽의 특성 분석은 AACC Method 54-40.02 (AACC International 2010)에 따라 측정하였다. 밀가루 10 g을 Mixograph 용기에 넣은 후 증류수 6.0 g을 재어서 시료에 첨가하여 10 g Mixograph (National Manufacturing Co., Lincoln, NE, USA) 기기에서 10분 동안 반죽하였으며 얻어진 믹소그래프에서 전체적인 반죽 패턴, 피크의 형태와 피크 밴드 넓이를 비교 분석하였다.

통계분석

이 실험에서 얻어낸 데이터는 SAS Ver. 9.1 program (SAS, 2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan’s multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

결과 및 고찰

밀 품종 간 혼파비율에 따른 생육특성 및 수량성

금강밀과 백중밀의 혼파 비율에 따른 2년간의 생육특성 및 수량성은 Table 2에 나타난 바와 같다. 출수기는 금강밀이 4월 19일, 백중밀이 4월 21일로 금강밀이 백중밀보다 2일 빨랐고, 금강밀 70% : 백중밀 30%까지는 금강밀과 출수기가 같았으나 백중밀의 혼파 비율이 높아질수록 출수기가 늦어지는 경향을 나타냈다. 성숙기는 금강밀이 5월 30

Table 2. Growth characteristics of wheat according to different mixed seeding ratios in 2017 and 2018.

Mixture types	No.	Heading date (M. dd)	Maturing date (M. dd)	Culm length (cm)	Spike length (cm)	Number of spike (m ²)	1000 grain weight (g)	Test weight (g/L)	Yield (kg/10a)	
									Grain weight	Index
Mixed seeding	1	4.19	5.30	75	6.9	566	43.8	815	383 ^e	100
	2	4.19	5.30	77	7.0	596	44.0	822	428 ^d	112
	3	4.19	5.30	78	7.1	573	43.5	817	434 ^d	114
	4	4.19	5.31	76	7.1	572	43.4	817	445 ^{cd}	117
	5	4.20	5.31	77	7.0	596	43.4	816	475 ^{bc}	125
	6	4.20	5.31	76	7.0	613	43.6	817	479 ^{bc}	126
	7	4.20	5.30	77	7.1	642	43.5	818	479 ^{bc}	126
	8	4.20	5.31	77	7.0	653	42.3	818	490 ^{ab}	129
	9	4.21	5.31	78	6.9	665	43.1	817	502 ^{ab}	133
	10	4.21	5.31	77	6.7	653	42.3	819	514 ^{ab}	135
	11	4.21	5.31	77	7.2	680	42.3	816	525 ^a	138

^{a-c}Means in a row with different superscripts are significantly different according to DMRT ($p < 0.05$).

일, 백중밀이 5월 31일로 하루 차이였으며 혼파한 모든 시험구는 5월 30일에서 31일로 큰 차이는 없었다. 간장은 금강밀이 75 cm, 백중밀 77 cm로 백중밀이 금강밀보다 2 cm 컸지만 혼파한 시험구는 76-78 cm 범위로 혼파 비율에 따라 크게 달라지진 않았다. 수장은 금강밀 6.9 cm, 백중밀 7.2 cm로 백중밀이 금강밀보다 0.3 cm 길었으며, 혼파한 시험구는 6.7-7.1 cm 범위로 간장과 수장 길이의 차이에 따른 입지공간의 효율적 증대는 기대하기 어려웠다. 단위면적당 수수는 금강밀은 566개/m², 백중밀은 680개/m²로 금강밀보다 114개/m² 많았으며, 백중밀의 혼파 비율이 높을수록 증가하는 경향을 나타냈다. 천립중은 금강밀이 43.8 g, 백중밀 42.3 g으로 금강밀이 백중밀보다 1.5 g 무거웠고, 혼파한 시험구는 42.3-44.0 g 범위였다. 종실수량은 금강밀이 383 kg/10a, 백중밀이 525 kg/10a로 백중밀이 금강밀보다 142 kg/10a 많았으며, 혼파 시험구는 백중밀의 비율이 높을수록 종실 수량이 증가하였다. 장간인 수안밀과 단간인 조경밀, 앓은뱅이밀을 이용하여 수안밀 90% : 조경밀 10%, 수안밀 80% : 앓은뱅이밀 20%의 혼파비율에서 최대 종실수량을 나타낸(Lee *et al.*, 2016) 결과와는 다르게 품종이 나타내는 고유 수량에 따라서만 종실수량이 결정되었으며, 이는 간장과 수장의 차이가 거의 없는 금강밀과 백중밀의 두 품종의 혼파는 단위면적당 수수의 차이로만 종실수량이 결정된 것으로 보인다.

밀 품종 간 혼파 및 밀가루 혼합에 따른 품질 특성

금강밀과 백중밀의 혼파 및 밀가루 혼합에 따른 품질특

성은 Table 3에 나타난 바와 같다. 밀가루 단백질은 다양한 밀가루 가공품의 가공 능력 및 용도를 결정하는 제일 중요한 요소이며, 단백질의 함량과 글루텐 형성 단백질의 질적 특성에 기인하는데 동일 품종에서는 단백질 함량에 따라 좌우되고 동일 단백질 함량에서는 단백질의 질적 특성에 의해 좌우 된다고 알려져 있다(Khatkar *et al.*, 1995; Lim *et al.*, 2007). 단백질 함량은 금강밀 14.1%, 백중밀 10.5%로 금강밀이 백중밀에 비해 3.6% 높았으며, 두 품종 모두 각자 특성에 맞는 단백질 함량을 나타내었다. 단백질 질적 특성인 침전가(SDS-sedimentation)는 글루텐 단백질 함량 및 강도를 간접적으로 알아 볼 수 있는데(Kang *et al.*, 2015), 금강밀 50.9 ml, 백중밀 40.5 ml로 금강밀이 백중밀에 비해 10.4 ml 높아 금강밀의 글루텐 단백질의 강도가 강하게 나타났다. 품종 간 혼파 및 밀가루 혼합 모두 금강밀의 비율이 높을수록 단백질 함량과 침전가는 증가하는 경향을 나타내었다. 금강밀과 백중밀의 단백질 함량과 침전가의 값을 토대로 비율별 나타나는 단백질 함량과 침전가의 기댓값을 품종 간 혼파와 밀가루 혼합의 실제 나타낸 단백질 함량과 침전가를 비교해 본 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 밀가루 혼합의 단백질 함량은 기댓값과 최소 0%에서 최대 0.2% 차이로 거의 비슷하게 나온 반면, 품종 간 혼파의 단백질 함량은 기댓값과 최소 0%에서 0.8%로 비율별로 차이가 나타났으며, 비율별 단백질 함량의 변이 폭도 일정하지 못하였다. 품종 간 혼파의 침전가는 기댓값에 비해 최소 1.0 ml에서 최대 3.3 ml 차이가 나타났고, 밀가루 혼합의 침전가는 기댓값에 비해 최소 0.1 ml에서 최대 2.1 ml

Table 3. Quality characteristics of flour according to different mixed seeding and flour blending ratios in 2017 and 2018.

Mixture types	No.	Protein (%)	Ash (%)	Amylose (%)	Damaged starch (%)	SDSS ¹⁾ (ml)
Mixed seeding	1	14.1 ^a	0.32 ^d	26.2 ^{ab}	6.5 ^f	50.9 ^a
	2	14.0 ^a	0.32 ^d	25.7 ^{abc}	6.6 ^{ef}	50.9 ^a
	3	13.4 ^b	0.32 ^d	25.0 ^c	6.8 ^{de}	50.4 ^a
	4	13.4 ^b	0.31 ^d	25.6 ^{abc}	6.7 ^e	49.9 ^{ab}
	5	13.2 ^b	0.35 ^{bc}	25.1 ^{zbc}	6.9 ^{cd}	49.2 ^{ab}
	6	13.0 ^{bc}	0.35 ^{bc}	25.2 ^c	7.0 ^c	48.7 ^{ab}
	7	12.7 ^c	0.35 ^{bc}	25.2 ^c	7.2 ^b	47.7 ^{abc}
	8	12.5 ^c	0.37 ^{ab}	25.4 ^{bc}	7.4 ^a	46.9 ^{bc}
	9	11.9 ^d	0.34 ^{cd}	25.1 ^c	7.3 ^{ab}	45.4 ^{cd}
	10	11.5 ^d	0.32 ^d	25.1 ^c	7.2 ^{ab}	43.4 ^{de}
	11	10.5 ^e	0.39 ^a	26.3 ^a	7.3 ^{ab}	40.5 ^e
Flour blending	1	14.1 ^a	0.32 ^e	26.2 ^{abc}	6.5 ^g	50.9 ^a
	2	13.6 ^b	0.33 ^{de}	25.7 ^{bc}	6.5 ^g	50.0 ^{ab}
	3	13.3 ^c	0.32 ^e	26.7 ^{abc}	6.7 ^f	50.1 ^{ab}
	4	12.9 ^d	0.34 ^{cde}	26.3 ^{abc}	6.7 ^f	48.8 ^{abc}
	5	12.5 ^e	0.33 ^{de}	26.7 ^{abc}	6.9 ^e	48.8 ^{abc}
	6	12.1 ^f	0.35 ^{bcd}	27.2 ^a	7.0 ^d	47.9 ^{abcd}
	7	11.8 ^g	0.37 ^{ab}	26.9 ^{ab}	7.1 ^c	46.4 ^{bcd}
	8	11.5 ^h	0.35 ^{bcd}	25.5 ^c	7.1 ^{bc}	45.5 ^{cde}
	9	11.1 ⁱ	0.37 ^{ab}	26.6 ^{abc}	7.2 ^{ab}	44.4 ^{def}
	10	10.9 ^j	0.36 ^{bc}	27.3 ^a	7.3 ^a	42.3 ^{df}
	11	10.5 ^k	0.39 ^a	26.3 ^{abc}	7.3 ^a	40.5 ^f

^{a-k}Means in a row with different superscripts are significantly different according to DMRT ($p < 0.05$).

¹⁾SDSS : Sodium Dodecyle Sulfate-sedimentation

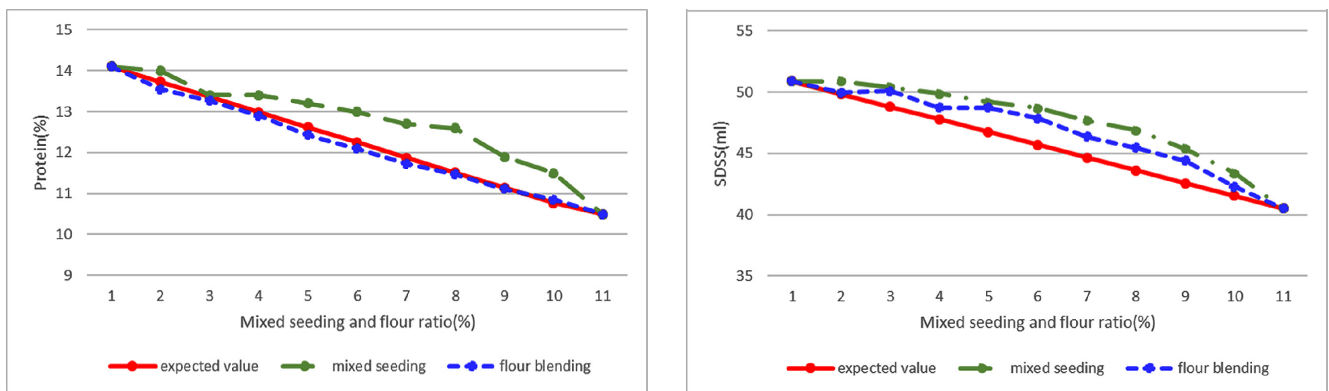


Fig. 2. Comparison of protein content (A) and SDSS (B) of mixed seeding and flour blending values with expected values.

차이를 보였으며 두 가지 처리 모두 기댓값보다는 높은 침 전가를 나타냈다. 품종 간 혼파가 밀가루 혼합 보다 품질 변이의 경향이 일정하지 못한 이유로는 두 품종의 고유 수

량과도 관련이 있는 것으로 생각 된다. 두 품종의 밀가루 무게비율로 배합한 밀가루 혼합과는 다르게 품종 간 혼파 는 두 품종의 수량 차이로 인하여 혼합 파종의 비율별 수확

구에서 파종한 비율과는 다른 비율로 수확되었기 때문에 품질 변이의 폭이 밀가루 혼합보다 더 많이 발생한 것으로 판단된다.

회분 함량은 밀가루 시료를 태우고 남은 무기물의 양이며 배유보다 외피에서 회분함량은 높게 나타나기 때문에 일반적으로 낮을수록 밀가루 품질이 좋게 평가된다(Hinton, 1959). 금강밀의 회분함량은 0.32%, 백중밀은 0.39%로 금강밀보다 0.07% 높게 나타났다. 품종 간 혼파의 비율별 회분 함량은 0.31%-0.37% 범위였고 밀가루 혼합의 비율별 회분 함량은 0.32%-0.37% 범위로 나타났으며 혼파와 밀가루 혼합의 비율에 따른 회분 함량의 변이는 단백질 함량과 침전가처럼 일정하게 나타나지 않았다. 아밀로스의 함량은 국수의 점도에 영향을 미치는데 일반적으로 아밀로스 함량이 낮을수록 점도가 높아지며 국수의 식미를 향상시킨다(Kim *et al.*, 2018). 금강밀의 아밀로스 함량은 26.2%, 백중밀은 26.3%로 비슷한 함량을 나타내 품종 간 차이는 거의 없어 품종 간 혼파와 밀가루 혼합 비율별 품질 비교는 의미가 없었다. 품종 간 혼파 비율별 아밀로스 함량은 25.1%-25.7% 범위였고, 밀가루 혼합의 비율별 함량은 25.7%-27.3% 범위로 일정한 경향을 알아내기 어려웠다. 손상전분 함량은 밀가루 반죽의 수분 흡수와 관계가 있어 손상전분 함량이 높을수록 수분의 흡수량을 증가시키는데(Oh *et al.*, 1986) 일반적으로 종실 경도가 약한 연질밀은 제분 시 종실이 쉽게 파쇄 되어 손상전분이 적은 밀가루가 생산되고 종실 경도가 강한 경질밀은 제분 시 종실이 비교적 많이 파쇄 되어 손상전분의 함량이 높은 밀가루가 만들어진다(Glenn *et al.*, 1991). 손상전분 함량은 금강밀 6.5%, 백중밀 7.3%

로 백중밀이 금강밀보다 0.8% 높게 나타났는데 17년과 18년 두해 동안에 금강밀의 초자율이 품종 특성보다 낮게 나오고 백중밀은 초자율이 높게 나와 이러한 결과를 나타낸 것으로 판단된다. 품종 간 혼파에 따른 손상전분의 함량은 6.6%-7.4% 범위를 나타냈으며, 밀가루 혼합 비율별 손상전분 함량은 6.5%-7.3% 범위로 백중밀의 비율이 증가 할수록 손상전분이 높아지는 경향을 나타냈으며, 밀가루 혼합이 혼파에 비해 비율에 따른 일정한 손상전분 함량의 변이를 보였다.

단백질 함량, 침전가, 손상전분 함량은 혼파 및 밀가루 혼합 비율에 따라 품질의 변이의 경향이 같게 나타났으며 특히, 밀가루 혼합이 더욱 예측 가능하고 비례적인 품질 변이 결과를 보였다. 회분 함량은 혼파와 밀가루 혼합 모두 비율에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았고, 아밀로스 함량은 금강밀과 백중밀의 함량이 비슷하여 비율에 따른 함량 변이는 의미가 없었다. 이와 같은 결과로 생산된 밀가루의 단백질, 손상전분 함량과 침전가의 품질 특성을 고려한 후 혼파 및 혼합비율을 조절한다면 원하는 가공적성을 지닌 균일한 품질의 밀가루를 생산 할 수 있을 것으로 판단된다.

밀가루 용매 보유 능력(SRC)

SRC 실험결과는 Table 4와 같이, 원맥의 혼파비율과 밀가루의 혼합비율을 달리한 시료들의 물SRC는 각각 64.5-71.3%와 63.3-69.6%로 나타나 혼합비율을 달리한 밀가루 시료들이 상대적으로 낮았다. 금강밀이 백중밀에 비해 물 SRC 값이 유의적으로 작게 나타나($p < 0.05$) 물 흡수도가 작

Table 4. Solvent retention capacity of the flours with different mixed seeding and flour blending ratios in 2017 and 2018.

Mixture types	No.	SRC (%)			
		Water	Lactic acid	Sodium carbonate	Sucrose
Mixed seeding	1	64.5 ^b	151.1 ^e	81.9 ^a	116.3 ^a
	4	68.9 ^e	154.5 ^f	95.0 ^d	125.1 ^d
	6	69.7 ^f	146.6 ^d	95.2 ^d	124.5 ^d
	8	71.3 ^h	145.0 ^d	100.5 ^e	123.9 ^d
	11	70.5 ^g	125.4 ^a	100.4 ^e	117.9 ^a
Flour blending	1	63.3 ^a	153.7 ^f	81.8 ^a	124.8 ^d
	4	64.8 ^b	145.7 ^d	86.7 ^b	122.1 ^{cd}
	6	65.7 ^c	138.6 ^c	89.1 ^c	119.8 ^{bc}
	8	67.9 ^d	134.8 ^b	93.9 ^d	120.3 ^{bc}
	11	69.6 ^f	123.6 ^a	99.1 ^e	120.1 ^{bc}

^{a-h}Means in a row with different superscripts are significantly different according to DMRT ($p < 0.05$).

¹SDSS : Sodium Dodecyle Sulfate-sedimentation

음을 시사하였다. 금강밀과 백중밀의 혼파비율을 달리하여 재배된 원맥에서 얻은 밀가루는 백중밀의 비율 증가에 따라 물SRC 값에서의 변화가 증가하였으나 비례적이지 못하였고, 혼합비율을 달리한 밀가루 시료는 백중밀 밀가루의 비율이 증가함에 따라 비례적으로 증가함을 알 수 있었다. 이는 혼파의 경우 다른 두 종류의 밀 품종의 성장에서 차이로 제분 후 얻은 밀가루의 품질에서 차이를 가져왔을 것으로 예상된다.

밀가루 글루텐강도의 지표인 젖산SRC는 원맥의 혼파비율과 밀가루의 혼합비율을 달리한 두 그룹의 시료들이 각각 125.4-151.1%와 123.6-153.7%로 나타나 그룹간의 전체 범위의 차이는 크지 않았으나 혼파와 혼합비율에 따른 두 그룹 시료들 사이에 유의적인 차이를 보였다. 금강밀이 백중밀에 비해 젖산SRC 값이 유의적으로 크게 나타나($p < 0.05$) 금강밀 밀가루의 글루텐 강도가 유의적으로 큼을 알 수 있었다. 물SRC 결과에서와 같이 금강밀과 백중밀의 혼파비율을 달리하여 재배된 원맥에서 얻은 밀가루는 백중밀의 비율 증가에 따라 젖산SRC 값에서의 변화가 비례적으로 감소를 보이지 못하였지만 혼합비율을 달리한 밀가루 시료는 백중밀 밀가루의 비율이 증가함에 따라 비례적으로 감소함을 알 수 있었다.

밀가루 손상전분의 기여도 지표인 탄산나트륨SRC는 원맥의 혼파비율과 밀가루의 혼합비율을 달리한 시료들이 각각 81.9-100.5%와 81.8-99.1%로 나타나 젖산 SRC 결과와 같이 그룹간의 전체 범위의 차이는 크지 않았으나 혼파와 혼합비율에 따른 두 그룹 시료들 사이에 유의적인 차이를 보였다. 금강밀이 백중밀에 비해 탄산나트륨SRC 값이 유의적으로 작게 나타나($p < 0.05$) 금강밀 밀가루가 제분과정 중 손상전분이 적게 생성됨을 시사하였다. 물SRC와 젖산SRC결과와 같이 금강밀과 백중밀의 혼파비율을 달리하여 재배된 원맥에서 얻은 밀가루는 백중밀의 비율 증가에 따라 탄산나트륨SRC 값에서의 변화가 비례적이지 못하였고 혼합비율을 달리한 밀가루 시료는 백중밀 밀가루의 비율이 증가함에 따라 비례적으로 증가함을 알 수 있었다.

밀가루에 함유된 arabinoxylan의 기여도 지표인 설탕SRC는 원맥의 혼파비율과 밀가루의 혼합비율을 달리한 시료들이 각각 116.3-125.1%와 119.8-124.8%로 나타나 혼합비율을 달리한 밀가루 시료 그룹이 전체 범위 값이 적게 나타났으며 혼파와 혼합비율에 따른 두 그룹 시료들 사이에 유의적인 차이를 보였다. 금강밀이 백중밀에 비해 설탕SRC 값이 혼파의 경우 큰 차이가 없거나 혼합 밀가루의 경우 크게 나타나($p < 0.05$) 금강밀 밀가루에서 상대적으로 arabinoxylan 기여도가 더 클 수 있음을 시사하였다. 물SRC, 젖산SRC,

탄산나트륨SRC결과와 같이 금강밀과 백중밀의 혼파비율을 달리하여 재배된 원맥에서 얻은 밀가루는 백중밀의 비율 증가에 따라 설탕SRC 값에서의 변화가 비례적이지 못하였고 혼합비율을 달리한 밀가루 시료는 백중밀 밀가루의 비율이 증가함에 따라 비례적으로 감소함을 알 수 있었으나 그 변화는 상대적으로 크지 않았다.

SRC분석 방법은 혼합하는 밀가루의 비율에 따라 SRC 값들이 비례적으로 변화하여 혼합하기 전의 밀가루의 SRC 값으로부터 혼합에 의한 변화를 예측할 수 있어 혼합을 통하여 원하는 품질의 밀가루를 제조하는 데 매우 유용하게 활용될 수 있다(Kweon *et al.*, 2011). 본 연구에서 얻은 혼합비율을 달리한 밀가루의 SRC 값들의 비례적인 변화로부터 SRC 방법의 유용성을 확인 할 수 있었다.

밀가루 반죽 특성 분석(Mixograph)

Mixograph를 통해 측정된 반죽의 특성은 Fig. 3에 나타내었다. 원맥의 혼파비율(A)과 밀가루의 혼합비율(B)을 달리한 두 그룹의 시료들의 반죽 특성을 비교하였을 때 믹소그래프의 반죽 패턴에서 금강밀(시료 1)과 백중밀(시료 11)에서 가장 큰 차이를 보여 두 시료들의 글루텐 형성 강도의 차이를 알 수 있으며 이는 두 시료의 젖산SRC 값에서의 차이에 의해 확인될 수 있었다(Young *et al.*, 2018; Jeon *et al.*, 2019). 혼파와 혼합비율에 따른 두 그룹의 밀가루 시료들은 믹소그래프의 비교에서 혼합비율을 달리한 밀가루 시료들이 혼파비율을 달리한 밀가루 시료들에 비해 믹소그래프 반죽 패턴에서 피크 높이와 피크에서의 혼합 밴드(mixing

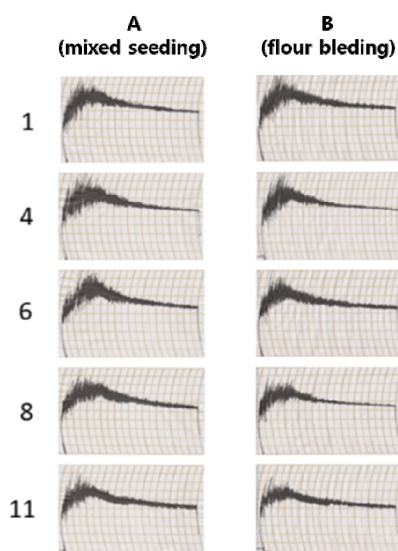


Fig. 3. Mixograph of the flours with different ratios of mixed seeding (A) and flour blending (B).

band)의 넓이가 점차적으로 작아지는 것을 알 수 있어 반죽 특성에서도 비례적인 변화를 관찰할 수 있었다. 반면 혼파 비율을 달리한 밀가루 시료들은 시료 반죽 혼합패턴에서의 변화가 상대적으로 크지 않았고 금강밀과 백중밀을 100% : 0%, 70% : 30%, 50% : 50%, 30% : 70%까지 섞은 시료 1, 4, 6, 8이 피크높이가 크고 피크 형태도 뚜렷하게 관찰되어 백중밀 100%시료와 차이를 보였다. 이는 젖산SRC값에서의 결과와 비슷한 경향을 나타냈다.

적 요

본 연구는 국산밀의 생산량 증대와 밀가루 품질 균일성 증진을 위해 용도가 다른 금강밀과 백중밀 두 가지 밀 품종의 혼합패종 재배와 밀가루 혼합에 따른 품질과 가공특성을 분석하였고 결과를 요약하면 다음과 같다.

밀 혼파 재배에 따른 수량은 품종이 나타내는 고유 수량에 따라서만 종실 수량이 결정 되었는데, 이는 금강밀과 백중밀의 간장과 수장의 차이가 거의 없어 입지 공간의 증대에 따른 수량 증가는 없고 단순히 단위면적당 수수의 차이로만 수량이 결정된 것으로 보인다. 품질특성은 단백질 함량, 침전가, 손상전분 함량은 혼파 및 밀가루 혼합 둘 다 비율에 따라 품질의 변이의 경향이 같게 나타났고, 특히 밀가루 혼합이 더욱 예측 가능하고 비례적인 품질 변이 결과를 보였다. 밀가루 용매 보유 능력(SRC) 분석 결과 금강밀이 백중밀에 비해 물 흡수도와 손상전분이 적고 글루텐 강도와 arabinoxylan 기여도는 큰 것으로 관찰되었고, 밀가루 혼합의 시료는 비율에 따라 유의성 있게 차이가 났지만 혼파에서 얻은 밀가루는 유의적인 차이를 나타내지 못하였다. Mixograph 반죽 패턴은 금강밀이 피크 높이가 크고 밴드 넓이가 커서 단백질, 침전가, 젖산SRC 값과 같은 경향을 나타내었고, 혼파에 비해 밀가루 혼합에서 더욱 비례적으로 밴드가 변화되는 것을 관찰 할 수 있었다.

이러한 결과를 보아 생산성을 제외하고 품질 균일성을 위해서는 혼파보다는 밀가루 혼합이 더욱 유리하였고, 생산된 밀가루의 여러 가지 품질 특성을 고려 한 후 밀가루 혼합 비율을 조절한다면 원하는 가공적성을 지닌 균일한 품질의 밀가루를 안정적으로 생산 할 수 있을 것으로 판단 된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 국수용 밀 품종의 최적 찰밀 블렌딩 비율 구명 연구, 세부과제번호:

PJ012579012019)의 지원에 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

인용문헌(REFERENCES)

- AACC. 2010. Approved Methods of Analysis, 11th ed. AACC International, St. Paul, MN, USA. Method 56-11.02.
- Choi, N. O. 2001. A research on the current status of children's eating behavior depending on the mother's employment status and the presence of other family members during mealtime. MS Thesis, Sookmyung Women's Uni. Seoul. Korea
- Glenn, G. M., F. L. Younce, and J. D. Pitts. 1991. Fundamental physical properties characterizing the hardness of wheat endosperm. *J. Cereal Sci.* 13(2) : 179-184.
- Han, J. H. and K. J. Jeong. 2010. Factors expanding consumption of domestic wheat processed products. *Korean J. of Agricultural Management and Policy.* 37 : 573-599
- Hinton, J. J. C. 1959. The distribution of ash in the wheat kernel. *Cereal Chem.* 36 : 19-31.
- Hwang, K. J., S. B. Ko, H. S. Park, N. G. Park, M. S. Ko, H. Y. Jeong, M. C. Kim, S. T. Song, and D. W. Kim. 2008. Effects of the cutting time on forage yield and quality in Italian Ryegrass (*Lolium-multiflorum Lam.*) and Oat (*Avena sativa L.*) seeded singly or in combination. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(4) : 295-300.
- Jeon, S., Baik, B.K., Kweon, M. 2019. Solvent retention capacity application to assess soft wheat flour quality for making white-salted noodles. *Cereal Chem.* 96: 497-507.
- Kang, C. S., J. H. Son, Y. K. Cheong, K. H. Kim, Y. H. Ko, J. C. Park, Y. J. Oh, K. H. Kim, B. K. Kim, and C. S. Park. 2015. Characterization of Korean wheat line with long spike II. Flour characteristics and genetic variations. *Korean J. Breed. Sci.* 47(3) : 229-237.
- Khatkar, B. S., A. E. Bell, and J. D. Shofield. 1995. The dynamic rheological properties of gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality. *J. Cereal Sci.* 22 : 29-44.
- 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). p. 16.
- Kim, K. M., K. H. Kim, H. S. Kim, D. J. Shin, Y. J. Kim, M. G. Oh, and J. N. Hyun. 2018. Effect of nitrogen fertilizer application levels on yield and quality of Korean wheat cultivars. *Korean J. of Agriculture Sci.* 45(1) : 9-18
- Kim, S. H. 2006. The surprising power of family meals (translated version). English original written by Weinstein M. Hansmedia. Seoul. Korea. pp. 28-44
- Kim, J. G., E. S. Chung, S. H. Yoon, S. Seong, J. H. Seo, G. J. Park, and C. K. Kim, 2002. Studies on the Quality

- and Productivity Improvement by Miced Sowing of Oat-Hairy Vetch. *J. Korean Grassl. Sci.* 22(1) : 31-36
- Kweon, M., L. Slade, H. Levine. 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(6) : 537-552
- Lee, N. R., K. H. Kim, K. M. Kim, S. H. Lee, Y. U. Kwon, and J. N. Hyun. 2016. Comparison of agricultural characteristics and quality with mixed seeding types and ratios between wheat varieties. *Korean J. Crop Sci.* 61(2) : 98-103.
- Lim, E. Y., H. K. Chang, and Y. S. Park. 2007. Physico-chemical properties and the product potentiality of soft wheats. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39(4) : 412-418.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2018. *Agriculture, Food and Rural Affairs Statics*. p. 312
- Nam, J. H., H. S. Song, H. H. Park, H. Y. Heu, M. W. Park, K. H. Park, C. W. Rho, S. Y. Nam, J. I. Ju, C. B. Park, Y. S. Lee, S. G. Park, and D. H. Kim. 1998. A New High Milling, Early Maturing, Semi-dwarf and White Grain Wheat Variety "Keumkangmil" with Good Bread Quality. *RDA J. Crop Sci. II.* 40 : 81-87
- National Institute of Crop Science (NICS), Rural Development Administration (RDA). 2010. Task performance plan for test research business. Wanju-gun, Korea. pp. 45-54.
- Oh, N. H., P. A. Seib, A. B. Ward, and C. W. Deyoe. 1986. Noodles. IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem.* 62(6) : 441-446.
- Park, C. S., H. Y. Heo, M. S. Kang, C. K. Lee, K. G. Park, J. C. Park, H. S. Kim, H. S. Kim, J. J. Hwang, Y. K. Cheong, and J. G. Park. 2008. *Korean J. Breed. Sci.* 40(2) : 153-158.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. *Agricultural science and technology of analysis based on research (I)*. pp. 315-374.
- Song, T. H., T. I. Park, Y. J. Oh, O. K. Han, H. H. Park, J. N. Hyun, Y. U. Kwon, and K. H. Kim. 2015. Effect of mixed seeding types and ratios of whole crop barley for high yield and feed value. *Korean J. Crop Sci.* 60(4) : 459-463.
- Young, M.D., Kim, K.H., Oh, M.K., Kweon, M. 2018. Source of variation in flour protein quantity and quality of a top-yielding Korean wheat cultivar, Baegjoong grown from different regions. *J. Crop Sci. Biotech.* 21(2) : 103-111.