국산 조숙 및 다수성 밀 품종으로 제조한 식빵의 품질 특성

유태용¹ · 조연재¹ · 신태환¹ · 광지은² · 이윤정³ · 강태수⁴ · 이준수¹ · 정현상¹

¹충북대학교 식품생명공학과, ²농촌진흥청 국립식량과학원
³농촌진흥청 국립원예특작과학원, ⁴충북도립대학교 조리제빵과

Quality Characteristics of Bread Made from Domestic Early Maturity and High Yield Wheat Cultivars

Tae Yong You¹, Yeon Jae Jo¹, Tae Hwan Shin¹, Ji Eun Kwak², Yun Jeong Lee³,
Tae Su Kang⁴, Junsoo Lee¹, and Heon Sang Jeong¹

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

²National Institute of Crop Science and ³National Institute of Horticultural &
Herbal Science, Rural Development Administration

⁴Department of Culinary and Baking, Chungbuk Provincial Collage of Science & Technology

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the quality characteristics of bread made from domestic early maturity and high yield wheat cultivars, namely Jokyung, Keumkang, Jopum, Soosan, and Hanbaek. The protein content of the wheat flour ranged from 12.58% in Jokyung to 14.00% in Hanbaek. The ash content varied from 0.42% in Jopum to 0.58% in Jokyung. The highest water absorption index was 2.24 ± 0.03 in control, and the Hanbaek had the highest water solubility index of 9.69%. The starch content of the flour was the highest at 75.63% in Jokyung and the lowest at 66.60% in Hanbaek. The amylose content ranged from 23.15% to 27.97%. The mean particle size of the flour was the smallest in control, followed by the Jokyung, Soosan, Hanbaek, Jopum, Keumkang cultivars. The Keumkang bread had the highest volume at 2,185 mL, and the highest specific volume at 5.26 mL/g. The hardness of the bread was 218.53 ± 7.39 g in control, and 306.97 ± 21.28 g in Keumkang which was like to the control. From the above results, the Keumkang cultivar showed baking characteristics like to the control and was therefore recommended as being the best bread cultivar.

Key words: wheat, flour, cultivar, bread, hardness

서 론

현재 우리나라는 식생활의 변화와 세계화로 주식의 소비 패턴이 한식에서 서구화 및 다양화되고 있으며, 그에 따라 밀을 이용한 가공식품 소비가 계속 증가하는 추세이다(Kim과 Lee, 2015). 세계 주요 곡물 중 하나인 밀은 우리나라 대표적인 겨울철 식량작물 중 하나이며, 세계적으로 옥수수, 쌀, 콩과 더불어 가장 많이 생산되는 곡물이다(Kim 등, 2020). 밀은 탄수화물 70~74%, 단백질 10~14%, 지방 1.9~2.3%를 함유하고 있고, 티아민, 리보플라빈 등의 비타민류도 풍부하여 영양적으로 우수하다(Nam과 Hahn, 2000).

밀가루는 용도에 따라 제빵용인 경질밀과 제면용인 중간질밀 및 제과용인 연질밀로 구분되며, 우리나라에서 생산되는 밀가루는 강력분, 중력분 및 박력분으로 강력분은 제빵용, 중력분은 제면용, 박력분은 제과용으로 사용된다(Kang 등, 2010b). 국내 밀에 대한 용도별 품종 개발이 진행되면서 농가에서 재배되는 주요 밀 품종은 제빵이나 제면용으로 조경밀, 금강밀, 조품밀, 수안밀, 한백밀 등이 개발되었으며, 재배 지역에 따라 선호 품종이 다르다(Choi 등, 2015). 조경밀은 2004년에 조숙 다수성 경질밀로 단백질 함량이 높고 강력분의 특성을 보이고 제빵 시 빵 부피 및 비체적이 높아 제빵용으로 개발되었으며, 금강밀은 1996년에 조숙성 경질

Received 18 August 2021; Revised 21 October 2021; Accepted 16 November 2021

Corresponding author: Heon Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungbuk 28644, Korea, E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr

Author information: Tae Yong You (Graduate student), Yeon Jae Jo (Graduate student), Tae Hwan Shin (Graduate student), Tae Su Kang (Professor), Junsoo Lee (Professor), Heon Sang Jeong (Professor)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

밀로 단백질 함량이 높아 다목적용으로 개발되었다(Choi 등, 2015). 조품밀은 2001년에 조숙성 경질밀로 단백질과 침전가가 높아 제면용으로 개발되었고 수안밀은 2009년에 조숙 다수성 중간질밀로 제면용으로 개발되었으며, 한백밀은 2008년에 조숙 다수성 경질밀로 단백질 함량이 높아 제면용으로 개발되었다(Kang 등, 2010a; Kang 등, 2014a).

식빵은 주재료인 밀가루, 물, 이스트, 소금에 기타 부재료를 배합하여 반죽을 발효시켜 오븐에 구워낸 것이다(Yeom 등, 2020). 식빵은 열량이 높고 부드러워 국내에서 많이 소비되고 있다. 밀가루 및 제빵에 관련된 연구로 국내 밀 품종의 전분 관련 특성 평가 연구에서 손상 전분이 팽윤과 호화에 큰 영향을 미친다고 하였고(Kim 등, 2017), 수입 빵용 밀가루와 유사한 특성을 갖는 국산 밀가루 품종은 한백밀, 조은밀, 조품밀, 금강밀 및 수강밀이라 보고하였다(Kang 등, 2010a). 국내산 밀의 제빵적성에 관한 연구에서 금강밀은 외관 특성 및 내부 특성이 우수하다고 보고되었고(Nam과 Hahn, 2000), 빵 반죽할 때 발효되어 증가하는 반죽의 높이가 높을수록, 빵 속질 경도가 부드러울수록 빵 부피가 크다(Kang 등, 2010b)고 보고되어 있다. 이처럼 밀가루 및 국내산 밀의 제빵에 관한 연구가 진행되었지만, 국내에서 재배되는 조숙 및 다수성 밀 품종에 대한 제빵적성을 평가한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되는 조숙 및 다수성 밀 중에서 단백질 함량이 높은 품종에 대한 제빵적성을 평가하기 위하여 제빵용 강력분을 대조군으로 식빵을 제조한 후 품질 특성을 비교 평가하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 밀가루는 2019년에 경기도 연천지역에서 재배된 조경밀, 금강밀, 조품밀, 수안밀 및 한백밀 품종을 농촌진흥청 국립식량과학원에서 받아 밀 제분기(Bühler MLU-202, Bühler Industries, Uzwil, Switzerland)를 이용하여 제분 수율을 60% 수준으로 제분하였으며, 분획별 밀가루인 break 분(B1, B2, B3), reduction 분(R1, R2, R3) 및 short 분(100 mesh 체질분)을 혼합하여 4°C에서 냉장 보관하며 시료로 사용하였고, 대조군은 시중에서 판매하는 강력분(CJ CheilJedang Co., Ltd., Seoul, Korea)을 사용하였다. 식빵 제조에 필요한 재료로 설탕(Beksul Co., Ltd., Seoul, Korea), 소금(Hanju Co., Ltd., Ulsan, Korea), 버터(Namyang Co., Ltd., Seoul, Korea), 탈지분유(Seoul Milk Co., Ltd., Seoul, Korea), 인스턴트 드라이이스트(Saf-instant, Lesaffre, Marcq-en-Baroeul, France), 활성 글루텐(Vegefood Co., Ltd., Namyangju, Korea), 베이킹파우더(Samyang Co., Ltd., Seongnam, Korea), 제빵개량제(Puratos Korea Co., Ltd., Seoul, Korea), 달걀은 시중에서 구매해 사용하였다.

밀가루의 일반성분 분석

밀가루의 일반성분은 AOAC법(1990)에 따라 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압 가열건조법, 조단백질 함량은 마이크로켈달법을 이용한 단백질 자동 분석기(Kjeltec 2300 auto analyzer, Foss Tecator AB, Hogans, Sweden)로, 조지방 함량은 속슬렛 추출법을 이용하였고 조회분 함량은 550°C 직접 회화법을 이용하여 측정했으며, 탄수화물 함량은 100%에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분을 제하여 환산한 값으로 하였다.

밀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수

밀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Anderson (1982)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료 2.5 g에 증류수 30 mL를 50 mL 원심분리 튜브에 넣고 분산시킨 후 30분간 진탕교반한 다음 원심분리기(MF-300, Hanil Science Inc., Gimpo, Korea)로 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액 전부를 미리 항량을 구한 수분 정량 수기에 담아 105°C에서 하룻밤 건조하고 남은 고형분량을 측정하여 2.5 g 시료에 대한 백분율로 수분용해지수를 산출하였고, 수분흡수지수는 원심분리하여 침전된 침전물의 무게를 측정하여 건조시료 1 g에 함유된 수분함량 g으로 계산하였다.

$$\text{WAI (g/g)} = \text{Weight of sediment} / \text{Weight of sample}$$

$$\text{WSI (\%)} = (\text{Weight of supernatant} / \text{Weight of sample}) \times 100$$

밀가루의 전분 함량

밀가루의 가용성 전분, 저항전분 및 총 전분 함량은 AOAC법(1990)에 의한 Megazyme kit(Megazyme International Ireland Ltd., Wicklow, Ireland)을 이용하여 측정하였다. 시료 100 mg에 pancreatin α-amylase로 37°C에서 16시간 반응하였고, 침전물에 2 M KOH 용액을 첨가하여 분산 및 용해시킨 후, pH 3.8인 1.2 M sodium acetate buffer와 amyloglucosidase를 첨가하여 50°C에서 30분 반응시켜 가수분해된 glucose 양에 따라 가용성 전분과 저항전분을 각각 환산하여 구하였다. 총 전분 함량은 가용성 전분과 저항전분 함량의 값을 더하여 계산하였다.

밀가루의 아밀로스 및 아밀로펙틴 함량

아밀로스 함량은 Juliano(1985)의 비색 정량법에 따라 시료 100 mg을 칭량하여 100 mL의 메스플라스크에 95% ethanol 1 mL와 1 N hydrosodium 9 mL를 가한 후 끓는 물에서 10분간 호화시킨 다음 실온으로 식혀 증류수로 100 mL까지 정용하였으며, 이 중 5 mL를 취하여 1 N acetic acid 1 mL와 iodine 용액 2 mL를 가하고 100 mL까지 증류수로 정용하여 20분간 실온에서 정지한 후 분광광도계(Epoch microplate spectrophotometer, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 620 nm에서

흡광도를 측정하였다. 이때 표준곡선은 감자 아밀로스(A 0512, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 작성하였다.

밀가루의 입도 분포

밀가루의 입도 분포는 입도분석기(Mastersizer 2000, Malvern Instruments Inc., Malvern, UK)를 이용하여 측정했으며, Mastersizer 2000 software를 이용하여 밀 품종별 평균 입자 크기(μm)를 측정하였고, 입도 분포를 60 mesh 미만, 60~80 mesh, 80~100 mesh, 100 mesh 초과 4구간의 volume(%)으로 나타내었다.

식빵 제조

식빵은 Oh 등(2018)의 방법을 변형하여 밀가루에 설탕 6%, 소금 1.5%, 효모 3%, 물 58%, 달걀 5%, 탈지분유 3%, 버터 4% 및 제빵개량제 0.1%를 넣어 제조하였다. 식빵 제조는 품종에 따라 계량하여 반죽기(WSS-6835P, Wiswell, Seoul, Korea)를 이용하여 반죽을 클린업시킨 후 버터를 넣고 반죽이 매끄러워질 때까지 혼합하였다. 혼합한 반죽을 25°C에서 1시간 1차 발효한 후 발효시킨 반죽의 가스를 빼고 150 g씩 나누어 중간 발효했으며, 반죽을 성형하여 식빵 틀에 넣고 30°C에서 30분간 2차 발효시킨 후 상부와 하부 온도가 180°C인 오븐(OFP-202, Daeyoung Bakery Machinery Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 25분간 구웠다. 식빵의 품질 특성 평가는 빵을 구운 후 1시간 동안 방랭한 후 측정하였다.

부피, 비체적 및 굽기 손실률

식빵의 부피는 종자 치환법(AACC, 2000)을 이용하여 측정하였다. $30 \times 30 \times 20 \text{ cm}^3$ 틀에 조를 채운 후 이를 눈금 실린더에 담아 부피를 측정하고, 상기 틀에 제조한 식빵을 넣어 다시 조를 채우고 식빵을 꺼낸 후 채워진 조를 눈금 실린더에 담아 부피를 측정하여 그 차이를 식빵의 부피로 측정하였으며, 이때 식빵의 부피를 무게로 나눈 값을 비체적(mL/g)으로 나타내었다. 식빵의 굽기 손실률은 식빵을 굽기 전 반죽의 중량과 구운 후 식빵의 중량 차이를 굽기 손실률로 나타내었다.

색도

식빵의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 제조된 식빵의 겉질과 속을 3회 반복하여 측정하였고, 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)를 Hunter 값으로 나타내었으며, 표준색판의 L값은 96.28, a값은 -5.06, b값은 +7.14였다.

조직감

식빵의 조직감은 Oh 등(2018)의 방법을 이용하여 texture analyser(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, Surrey, England)로 texture profile analysis(TPA)를 진행했으며, 직경 4.5 cm의 프로브를 이용하여 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s, distance 14.0 mm, trigger force 5.0 g의 측정조건에서 시료를 일정 크기($30 \times 30 \times 20 \text{ mm}$)로 자른 다음 기계적 조직감인 경도(hardness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess) 및 응집성(cohesiveness)을 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, ver. 12.0, IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하고 일원 배치 분산분석(one way ANOVA-test) 후 Duncan's multiple range test를 실시하여 신뢰구간 $P < 0.05$ 에서 각 처리군 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

밀가루의 일반성분

밀가루의 일반성분 분석 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 밀가루의 수분함량은 11.97~14.54% 범위이며, 금강 밀이 $11.97 \pm 0.20\%$ 로 가장 낮았고 수안밀이 $14.54 \pm 0.00\%$ 로 가장 높았다. 밀가루의 단백질 함량은 제빵에 있어서 가장 중요한 품질 지표이며, 밀가루의 2차 가공적성은 단백질 함량 및 질에 좌우되고, 제빵의 경우 단백질 함량이 11~12% 이상의 가루가 사용된다(Jung과 Eun, 2003; Kim 등,

Table 1. Proximate composition, water absorption, and water solubility index of wheat flour with different cultivar

Cultivar	Proximate composition (%)					WAI (g/g)	WSI (%)
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate		
Control ¹⁾	$14.10 \pm 0.36^{b(2)(3)}$	13.82 ± 0.03^a	0.99 ± 0.05^a	0.48 ± 0.02^{bc}	70.62 ± 0.40^d	2.24 ± 0.03^a	6.94 ± 0.09^c
Jokyoung	13.36 ± 0.14^c	12.58 ± 0.40^b	0.74 ± 0.03^b	0.58 ± 0.02^a	72.74 ± 0.50^b	1.90 ± 0.00^c	7.49 ± 0.04^b
Keumkang	11.97 ± 0.20^e	12.83 ± 0.20^b	0.71 ± 0.05^b	0.50 ± 0.02^{bc}	74.00 ± 0.12^a	1.92 ± 0.01^c	6.02 ± 0.12^d
Jopum	12.68 ± 0.09^d	13.51 ± 0.17^a	0.61 ± 0.04^c	0.42 ± 0.01^d	72.79 ± 0.08^b	1.96 ± 0.01^b	6.14 ± 0.02^d
Sooan	14.54 ± 0.00^a	13.65 ± 0.31^a	0.52 ± 0.04^d	0.47 ± 0.02^c	70.83 ± 0.32^d	1.94 ± 0.00^b	6.97 ± 0.10^c
Hanbaek	12.98 ± 0.08^d	14.00 ± 0.47^a	1.04 ± 0.05^a	0.50 ± 0.02^b	71.49 ± 0.53^c	1.96 ± 0.01^b	9.69 ± 0.21^a

¹⁾Strong flour.

²⁾Values are mean $\pm$ SD (n=3).

³⁾Different superscript (a-e) in the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

1997). 밀 품종별 단백질 함량은 12.58~14.00%의 범위로 한백밀이 $14.00 \pm 0.47\%$ 로 가장 높았고, 조품밀, 수안밀 및 한백밀은 대조구인 강력분과 유의적인 차이가 없었으며, 조경밀과 금강밀은 대조구와 차이가 있었다. Choi 등(2015)의 연구에서는 단백질 함량이 품종과 생육 환경에 따라 차이가 있다고 보고하였으며, 본 연구의 밀가루 단백질 측정 결과도 품종 차이로 인한 것으로 판단되고, 모든 밀 품종별 단백질 함량이 12% 이상으로 강력분에 가까운 단백질을 함유한 밀가루로 제빵에 적합할 것으로 판단된다. 지방 함량은 0.52~1.04% 범위였으며, 한백밀이 $1.04 \pm 0.05\%$ 로 가장 높았고 강력분($0.99 \pm 0.05\%$)과 유사하였다. 회분 함량은 밀가루의 품질을 결정하는 중요한 요소로 국내 품질 기준상 0.6% 이하가 1등급이다(Kwak 등, 2017). 회분 함량은 0.42~0.58% 범위로 조품밀이 $0.42 \pm 0.01\%$ 로 가장 낮았고 조경밀이 $0.58 \pm 0.02\%$ 로 가장 높았으며, 밀 품종 중 조경밀과 조품밀을 제외하면 대조구인 강력분과 유사하였고 모두 1등급 밀가루의 범위를 나타내었다. 밀은 도정 과정을 거치지 않고 정선된 밀을 탭퍼링하여 제분하기 때문에 제분 시 들어간 외피의 양에 따라 단백질, 지방 및 회분 등의 양에 차이가 생기며(Oh 등, 2018), 품종 및 생육 환경에 따라 성분의 차이가 생긴다. 따라서 본 연구의 결과도 밀 품종에 따라 일반 성분 함량에 차이가 생긴 것으로 판단된다.

밀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수

밀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Table 1에 나타내었다. 수분흡수지수는 형성되는 젤의 부피와 관련이 있는데(Kwak 등, 2017), 단백질 함량과 전분에 따라 수분흡수지수는 영향을 받는다(Chae, 2001). 대조구 강력분이 2.24 ± 0.03 g/g으로 가장 높았고 조경밀이 1.90 g/g으로 가장 낮았지만, 밀 품종 간 차이는 크지 않았다. 이는 밀가루 입도 분석 결과에서 대조구 강력분이 다른 밀 품종보다 평균 입자 크기가 $65.20 \mu\text{m}$ 로 가장 작기 때문에 표면적이 넓어 수분을 더 많이 흡수한 것으로 판단되며, 전분의 아밀로펙틴의 함량이 많아 수분흡수지수가 높게 측정된 것으로 생각된다. 조경밀과 금강밀은 단백질 함량이 강력분보다 적고 입자 크기도 크기 때문에 수분흡수지수가 낮은 것으로 판단된다. 수분용

해지수는 밀가루에서 용출되는 수용성 고형분과 관련이 있는데(Kwak 등, 2017), 최고 $9.69 \pm 0.21\%$ (한백밀)에서 최저 $6.02 \pm 0.12\%$ (금강밀) 범위로 나타났다. 이는 금강밀이 다른 밀 품종보다 입자 크기가 크기 때문에 물에 용출되는 수용성 고형분이 적었기 때문이라 생각되며, 수분용해지수가 낮으면 제빵 시에 영향을 주는 단백질 등이 물에 잘 용출되지 않아 제빵 품질에 영향을 줄 것으로 생각된다.

밀가루의 전분 특성

밀가루의 전분은 굵기 과정에서 호화되면서 전분 입자가 파괴되어 반죽 속의 수분이 둘러싸고 그 표면이 팽창되어 빵의 부피에 관여하며, 빵의 구조를 만드는 중요한 역할을 한다(Chae, 2001). 밀가루의 전분 특성 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 저항전분 함량은 0.29~0.85% 범위를 나타내었으며, 가용성 전분 함량은 65.97~75.06% 범위로 조경밀이 $75.06 \pm 2.29\%$ 로 가장 높았고 한백밀이 $65.97 \pm 1.04\%$ 로 가장 낮았다. 총 전분 함량은 조경밀이 $75.63 \pm 1.78\%$ 로 가장 높았고 한백밀이 $66.60 \pm 0.53\%$ 로 가장 낮았다. 밀가루의 아밀로스 함량은 23.15~27.97% 범위를 나타내었으며, 조경밀이 $27.97 \pm 0.27\%$ 로 가장 높았고 강력분이 $23.15 \pm 0.35\%$ 로 가장 낮았으며, 밀 품종별로 유의적인 차이는 크지 않았다. Kang 등(2010a)의 연구에서 국산밀 품종의 아밀로스 함량이 평균 25.61%라고 보고되어 본 연구 결과와 유사하였다. 밀가루의 아밀로펙틴 함량은 72.03~76.85% 범위를 나타내었으며, 대조구 강력분이 가장 높았다. 아밀로펙틴 함량이 높으면 수분흡수율이 높아지며, 빵 제조 시 부피의 팽창과 구조에 영향을 줄 것으로 생각된다.

밀가루의 입도 분포

밀가루의 입도는 밀가루의 수분흡수 속도와 밀접한 관계가 있으며 입도가 고울수록 밀가루의 수화속도가 빨라지게 된다(Yoo 등, 2005). 일반적으로 제빵용 밀가루는 국수나 과자용 밀가루보다 입자가 큰 거친 밀가루를 사용한다(Kang 등, 2010a). 밀가루의 평균 입자 크기 및 입도 분포는 Table 3과 같다. 대조구 강력분은 평균 입자 크기가 $65.20 \mu\text{m}$ 로 가장 작았고 조경밀은 $102.37 \mu\text{m}$, 수안밀은 $109.06 \mu\text{m}$, 한

Table 2. Resistant starch, non-resistant starch, total starch, amylose, and amylopectin contents of wheat flour with different cultivar (%)

Cultivar	Starch			Amylose	Amylopectin
	Resistant	Non-resistant	Total		
Control ¹⁾	$0.29 \pm 0.10^{(d)(3)}$	70.65 ± 3.14^b	72.71 ± 0.66^b	23.15 ± 0.35^d	76.85 ± 0.35^a
Jokyoung	0.57 ± 0.07^c	75.06 ± 2.29^a	75.63 ± 1.78^a	27.97 ± 0.27^a	72.03 ± 0.27^d
Keumkang	0.74 ± 0.06^b	69.94 ± 3.03^b	70.68 ± 2.90^b	26.85 ± 0.42^b	73.15 ± 0.42^c
Jopum	0.85 ± 0.01^a	70.09 ± 0.48^b	70.93 ± 0.06^b	25.12 ± 0.41^c	74.88 ± 0.41^b
Sooan	0.74 ± 0.04^b	69.09 ± 1.40^b	69.83 ± 1.79^b	24.36 ± 1.65^c	75.64 ± 1.65^b
Hanbaek	0.63 ± 0.03^c	65.97 ± 1.04^c	66.60 ± 0.53^c	24.48 ± 0.30^c	75.52 ± 0.30^b

¹⁾Strong flour.

²⁾Values are mean $\pm$ SD (n=3).

³⁾Different superscript (a-d) in the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Table 3. Particle size and distribution (volume %) of wheat flour with different cultivar

Cultivar	Mean particle size (μm)	Sieving mesh size			
		<60	60~80	80~100	>100
Control ¹⁾	65.20	—	0.55	2.00	97.45
Jokyoung	102.37	4.95	8.94	11.37	74.74
Keumkang	128.64	12.87	12.57	13.13	61.43
Jopum	120.69	11.71	10.96	11.66	65.67
Sooan	109.06	1.40	10.47	12.34	70.54
Hanbaek	119.42	9.75	12.49	12.98	64.78

¹⁾Strong flour.

백밀은 119.42 μm , 조품밀이 120.69 μm , 금강밀이 128.64 μm 로 금강밀이 입자가 가장 큰 거친 밀가루로 보이며, 입도 분포에서도 60 mesh 이하 입자의 큰 입자는 금강밀이 12.87%로 다른 밀 품종보다 거친 입도 분포를 나타내었다. 대조구 강력분과 입자 크기의 차이가 발생한 이유는 사용한 제분기와 제분 방법이 다르기 때문이라 판단된다(Yoo 등, 2005). 상업용 제분기는 대량의 밀을 제분하므로 제분이 진행되면서 입자가 고운 작은 입자의 밀가루가 선별되고 입자가 큰 밀가루는 다시 분쇄하여 작은 입자의 밀가루를 제조하며, 시험용 제분기는 소량의 밀을 분쇄하기 때문에 분획별로 혼합 시 상대적으로 입자가 큰 밀가루 분이 혼합되어 입자 크기의 차이가 발생한 것으로 생각한다. 입자가 작은 것은 표면적이 크고 밀가루를 이용한 2차 가공 시 수분흡수 속도가 빠르며, 반죽의 물리성에 영향을 미치는 요인이 되고 제품의 양을 증가시키는 원인이 된다(Lee 등, 1997).

식빵의 부피, 비체적 및 굽기 손실률

식빵의 부피, 비체적 및 굽기 손실률은 Table 4에 나타내었다. 식빵의 부피는 대조구 강력분이 1,805.00 $\pm$ 21.21 mL를 나타내었고, 금강밀이 2,185.00 $\pm$ 21.21 mL로 부피가 가장 컸고 수안밀이 1,400.00 $\pm$ 28.28 mL로 부피가 가장 작았다. Kang 등(2010b)의 연구에서도 금강밀이 부피가 가장 크다고 보고하여 본 연구와 유사하였다. 수안밀은 중간질 밀로 단백질 함량은 높게 측정되었지만, 지방 함량이 낮고 제빵용으로 적합하지 않아 식빵을 굽는 과정에서 잘 부풀지 않아 부피가 작게 측정된 것으로 생각된다. 비체적은 강력분이 4.43 $\pm$ 0.04 mL/g을 나타내었고 금강밀이 5.26 $\pm$ 0.06 mL/g으로 가장 높았으며, 다른 밀 품종은 3.31~3.90 mL/g

으로 강력분보다 낮았다. Jang 등(2008)의 연구에서 빵의 부피와 비체적은 밀가루 단백질 함량과 질, 글루텐, 제조과정 등 여러 가지 요인에 영향을 받는다고 하였는데, 본 연구 결과는 밀 품종별 단백질의 함량보다 밀가루의 지방 함량, 아밀로스 및 아밀로펙틴의 비율 및 밀가루의 입자 크기 등에 의해 식빵의 부피와 비체적에서 차이가 발생한 것으로 판단되며, 제빵에 영향을 주는 요인에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 굽기 손실률은 강력분이 9.86 $\pm$ 0.17%로 가장 높았고 수안밀이 6.21 $\pm$ 0.31%로 가장 낮았다. 수안밀은 높은 단백질 함량에 비해 다른 밀 품종보다 식빵 발효 시 부피가 가장 작아 팽창이 덜 이루어진 것으로 판단되며, 발효로 생성된 휘발성 물질의 휘발과 수분 증발이 낮아 굽기 손실률이 낮은 것으로 판단된다. 굽기 손실은 빵을 굽는 과정에서 발효로 생성된 휘발성 물질의 휘발과 가열에 의한 수분 증발에 유의한 영향을 끼친다고 보고하였다(Jang 등, 2008).

식빵의 색도 및 외관

식빵의 겉과 속의 색도는 Table 5와 같다. Crust의 L값은 38.82 $\pm$ 0.78에서 51.32 $\pm$ 0.81로 측정되었고, a값은 9.33 $\pm$ 0.43에서 15.38 $\pm$ 0.30, b값은 17.94 $\pm$ 0.37에서 30.99 $\pm$ 0.50으로 측정되었다. 식빵 속의 L값은 강력분이 74.80 $\pm$ 1.00으로 가장 높았고 밀 품종별로 64.17~72.65 범위를 나타냈으며, 금강밀이 72.65 $\pm$ 0.09로 강력분과 유사하였다. a값은 수안밀이 -5.28 $\pm$ 0.17로 가장 낮았으며 금강밀이 -1.92 $\pm$ 0.06으로 가장 높았다. b값은 강력분이 12.25 $\pm$ 0.29로 가장 낮았고 조품밀이 17.32 $\pm$ 0.48로 가장 높았다. 식빵의 색도는 밀가루의 입자 크기가 작고 식빵의 부피가 클수록

Table 4. Volume, specific volume, and baking loss rate of bread manufactured by different cultivar

Cultivar	Volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
Control ¹⁾	1,805.00 $\pm$ 21.21 ^{b2)3)}	4.43 $\pm$ 0.04 ^b	9.86 $\pm$ 0.17 ^a
Jokyoung	1,605.00 $\pm$ 49.50 ^c	3.90 $\pm$ 0.15 ^c	9.65 $\pm$ 0.22 ^a
Keumkang	2,185.00 $\pm$ 21.21 ^a	5.26 $\pm$ 0.06 ^a	8.08 $\pm$ 0.16 ^b
Jopum	1,605.00 $\pm$ 35.36 ^c	3.85 $\pm$ 0.10 ^c	7.64 $\pm$ 0.17 ^c
Sooan	1,400.00 $\pm$ 28.28 ^d	3.31 $\pm$ 0.08 ^d	6.21 $\pm$ 0.31 ^d
Hanbaek	1,625.00 $\pm$ 21.21 ^c	3.90 $\pm$ 0.04 ^c	7.85 $\pm$ 0.17 ^{bc}

¹⁾Strong flour.²⁾Values are mean $\pm$ SD (n=3).³⁾Different superscript (a-d) in the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

Table 5. Hunter's color of bread crust and crumb with different cultivar

Cultivar	Bread crust			Bread crumb		
	L	a	b	L	a	b
Control ¹⁾	51.32±0.81 ^{a2)3)}	10.10±0.52 ^c	23.76±0.66 ^c	74.80±1.00 ^a	-2.32±0.04 ^b	12.25±0.29 ^c
Jokyoung	47.18±0.82 ^b	15.38±0.30 ^a	30.99±0.50 ^a	67.25±0.18 ^d	-2.24±0.28 ^b	15.87±0.20 ^b
Keumkang	41.78±0.42 ^b	15.22±0.50 ^a	27.56±0.73 ^b	72.65±0.09 ^b	-1.92±0.06 ^a	15.23±0.81 ^b
Jopum	40.43±0.45 ^d	10.18±0.43 ^c	18.53±0.16 ^d	67.33±0.56 ^d	-5.16±0.08 ^d	17.32±0.48 ^a
Sooan	43.29±0.96 ^c	13.62±0.15 ^b	30.99±0.20 ^a	68.84±0.51 ^c	-5.28±0.17 ^d	17.29±0.47 ^a
Hanbaek	38.82±0.78 ^e	9.33±0.43 ^d	17.94±0.37 ^d	64.17±0.70 ^e	-4.10±0.16 ^c	16.94±0.10 ^a

¹⁾Strong flour.²⁾Values are mean±SD (n=3).³⁾Different superscript (a-e) in the same column indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

증가하는 경향을 보였다. 이는 미세한 입자의 가루가 L, a, b 값을 증가시켰다는 Oh 등(2018)의 연구 결과와 유사하였고, Park 등(2008)의 연구에서도 가루의 입도가 고운 가루일수록 빵을 제조했을 때 밝은색을 나타낸다고 보고하였다. 식빵의 외관은 Fig. 1에 나타내었다. 빵의 기공 크기, 형태 등은 빵의 품질을 결정하는 중요한 요소이다(Kang 등, 2014a). 대조구인 강력분 식빵이 외관 모양과 색이 좋고, 식빵 속의 기공도 균일하게 관찰되었다. 금강밀은 외관 모양이 강력분과 유사하였고 식빵 속의 기공도 균일하였다. 조경밀은 외관 모양은 좋지 않으나 식빵 속 기공이 균일하게 분포되어 있었다. 조품밀, 수안밀 및 한백밀은 발효과정에 충분히 부풀지 못하여 외관 모양이 좋지 않았고, 식빵 속 기공도 균일하지 않았다.

식빵의 조직감

식빵의 조직감 측정 결과는 Table 6에 나타내었다. 일반적으로 빵의 경도에 영향을 주는 요인에는 부피, 기공의 발달 정도 등이 있으며, 기공이 잘 발달할수록 부피가 크고 견고성이 감소한다고 보고되어 있다(Yeom 등, 2020). 식빵의 경도는 대조구 강력분이 218.53 ± 7.39 로 가장 낮았고 금강밀, 한백밀, 조품밀, 조경밀, 수안밀 순으로 경도가 높았으며, Yeom 등(2020)의 보고와 유사하게 부피가 크고 기공이 잘 발달한 강력분과 금강밀의 경도가 낮게 나타나는 경향을 보였다. Kang 등(2010b)의 연구 결과에서도 금강밀의 속질 경도가 가장 낮다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하는 경향을 나타내었다. 수안밀과 조경밀은 식빵 제조 시 작은

Fig. 1. Photograph of bread made from different wheat cultivar.

비체적이 생성되어 경도가 높게 측정된 것으로 판단된다(Oh 등, 2018). 탄력성은 0.87~0.98 범위로 금강밀이 0.98 ± 0.06 으로 가장 높았고 강력분과 한백밀이 0.87 ± 0.15 , 0.87 ± 0.02 로 가장 낮았으며, 밀 품종 간에 유의한 차이는 없었다. 씹힘성 및 점착성은 경도 결과와 유사한 경향을 나타내었으며, 응집성은 0.68~0.73으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 6. Texture profile analysis of bread manufactured by different cultivar

Cultivar	Hardness (g)	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
Control ¹⁾	218.53±7.39 ^{e2)3)}	0.87±0.15 ^{ns}	142.62±39.74 ^d	160.82±19.48 ^c	0.73±0.08 ^{ns}
Jokyoung	619.85±14.15 ^{ab}	0.95±0.03	391.25±11.28 ^a	419.53±13.00 ^b	0.68±0.01
Keumkang	306.97±21.28 ^d	0.98±0.06	214.94±26.74 ^c	218.57±14.09 ^d	0.71±0.03
Jopum	581.73±21.41 ^b	0.93±0.06	378.58±36.96 ^a	405.11±14.23 ^b	0.70±0.04
Sooan	646.87±33.37 ^a	0.93±0.01	430.20±28.17 ^a	462.78±28.82 ^a	0.72±0.01
Hanbaek	445.80±24.93 ^c	0.87±0.02	276.01±7.86 ^b	311.19±10.86 ^c	0.68±0.04

¹⁾Strong flour.²⁾Values are mean±SD (n=3).³⁾Different superscript in the same column indicate a significant and not significant difference by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

요 약

본 연구에서는 국내에서 생산되는 조숙 및 다수성 밀 중에서 단백질 함량이 높은 조경밀, 금강밀, 조품밀, 수안밀 및 한백밀 품종에 대한 제빵적성을 평가하였다. 밀가루의 단백질 함량은 12.58~14.00% 범위였고 회분 함량은 0.42~0.58%로 단백질 함량이 높은 1등급 밀가루였으며, 수분흡수지수는 대조구가 2.24 ± 0.03 으로 가장 높았고 용해지수는 한백밀이 9.69%로 가장 높았다. 밀가루의 전분 함량은 조경밀이 75.63%로 가장 높았고 한백밀이 66.60%로 가장 낮았다. 아밀로스 함량은 23.15~27.97% 범위를 나타내었다. 밀가루의 평균 입자 크기는 대조구가 가장 작았으며 조경밀, 수안밀, 한백밀, 조품밀, 금강밀 순이었다. 식빵의 부피는 금강밀이 2,185 mL로 가장 컸고 비체적도 5.26 mL/g으로 가장 컸다. 식빵의 경도는 대조구가 218.53 ± 7.39 g이었으며 금강밀이 306.97 ± 21.28 g으로 대조구와 유사하였다. 이상의 결과로부터 금강밀이 대조구인 제빵용 강력분과 유사한 제빵적성을 나타내어 제빵적성이 가장 좋은 품종으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호: PJ 015021 012021, PJ 015021042021)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- AACC. Approved method of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 2000. Method 10-18.
- Anderson RA. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* 1982. 59:265-269.
- AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. 1990.
- Chae DJ. The role and usage of bread ingredients-flour. *Monthly Bakery.* 2001. 401:177-179.
- Choi YS, Lee JK, Choi YH, Kim YH, Kang CS, Shin M. Quality characteristics of wheat flours from new released Iksan370 with long spike and domestic wheat cultivars. *Korean J Food Cook Sci.* 2015. 31:551-556.
- Jang HR, Park JS, Shin S, Shin GM. Properties of white pan breads made with Korean and imported wheat flours. *Korean J Food Preserv.* 2008. 15:884-890.
- Juliano B. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. 2nd ed. In: Juliano B, editor. *Rice: Chemistry Technology.* AACC, St. Paul, MN, USA. 1985. p 59-174.
- Jung DS, Eun JB. Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol.* 2003. 35:38-43.
- Kang CS, Cheong YK, Kim KH, Kim HS, Kim YJ, Kim KH, et al. A wheat variety, 'Sooan' with good noodle quality, red grain wheat, higher winter hardiness and pre-harvest sprouting resistance. *Korean J Breed Sci.* 2014a. 46:260-267.
- Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, et al. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars I. flour characteristics. *Korean J Breed Sci.* 2010a. 42:61-74.
- Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, et al. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars II. end-use properties. *Korean J Breed Sci.* 2010b. 42:75-86.
- Kang TY, Choi EH, Jo HY, Yoon MR, Lee JS, Ko SH. Effects of rice flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *Food Eng Prog.* 2014b. 18:319-324.
- Kim CT, Cho SJ, Hwang JK, Kim CJ. Composition of amino acids, sugars and minerals of domestic wheat varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 1997. 26:229-235.
- Kim JE, Cho SW, Kim HS, Kand CS, Choi YS, Choi YH, et al. Evaluation of starch properties of Korean wheat cultivars. *Korean J Breed Sci.* 2017. 49:1-9.
- Kim KM, Kang CS, Kim YK, Kim KH, Park JH, Yoon YM, et al. Past and current status, and prospect of winter cereal crops research for food and forage in Korea. *Korean J Breed Sci.* 2020. 50:73-92.
- Kim WM, Lee GH. 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.* 2015. 44:434-441.
- Kwak HS, Kim MJ, Kim H, Kim SS. Quality characteristics of domestic and imported commercial plain wheat flour. *Korean J Food Sci Technol.* 2017. 49:304-310.
- Lee SY, Hur HS, Song JC, Park NK, Chung WK, Nam JH, et al. Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat. *Korean J Food Sci Technol.* 1997. 29:44-50.
- Nam JK, Hahn YS. Bread-making properties of domestic wheats cultivars. *Korean J Soc Food Sci.* 2000. 16:1-8.
- Oh HA, Kim MY, Lee YJ, Song MS, Lee CK, Lee YR, et al. Quality characteristics of rice bread with different cultivars and milling methods. *Korean J Food Sci Technol.* 2018. 50:492-498.
- Park MK, Lee KS, Lee KH. Effects of rice powder particle size in baked rice breads. *J East Asian Soc Diet Life.* 2008. 18:397-404.
- Yeom YJ, Han JH, Lee MH. Improving properties and antioxidant activity of organic wheat flour bread added fenugreek powder. *Culi Sci & Hos Res.* 2020. 26(3):88-97.
- Yoo YJ, Chang HG, Choi YS. Effect of defatted soy flour on the bread making properties of wheat flour. *Korean J Food Cook Sci.* 2005. 21:301-310.