

한국형 찜빵 제조에 적합한 시판 밀가루 품질 및 적정 제빵 조건

김창순[†] · 황철명 · 송양순 · 김혁일* · 정동진** · 한재홍**

창원대학교 식품영양학과

*계명대학교 식품가공학과

** (주)대한제분

Commercial Wheat Flour Quality and Bread Making Conditions for Korean-style Steamed Bread

Chang-Soon Kim[†], Cheol-Myeong Hwang, Yang-Soon Song, Hyuk-Il Kim*,
Dong-Jin Chung** and Jae-Heung Han**

Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

*Dept. of Food Science and Technology Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

**Daehan Flour Mills CO. Ltd., Seoul 100-704, Korea

Abstract

This study was to investigate the flour quality and bread making condition required for Korean-style steamed bread, using 5 commercial wheat flours (protein content from 8.2 to 12.5%). They were compared in making steamed bread (SB) and baked roll bread (BRB). Straight dough method was used and the temperatures of dough and fermentation were controlled at 26°C and 32°C, respectively. The first fermentation was conducted at various times (0, 20, 40 and 60 min) and then forty min of proofing (2nd fermentation) was used for all bread dough. As the 1st fermentation time increased, volumes of both SB and BRB increased 4.3~8.7% and 27~40%, respectively, but the SB flattened and the total bread scores of SB decreased due to the lack of smoothness and shininess of the bread surface and poor grain. Contrary to that, the total bread scores of BRB increased. SB made from the flour containing 10.5% of protein, was of its highest quality: relatively high volume, smooth, semiglossy and white surface, good texture, followed by SB made from flours containing 10.9%, 9.5%, 12.5%, and 8.2% of protein content, respectively. These results suggest that the 1st fermentation process was not needed for SB making. Total bread scores of SB were better correlated with farinograph dough stability than protein contents and volumes of SB were correlated with farinograph development time. Therefore, in steamed bread making, flour dough rheology is important as well as protein content.

Key words: Korean-style steamed bread, quality of wheat flours, protein content, fermentation time, dough rheology

서 론

국내에서 주식 대용으로 소비되고 있는 빵류는 식빵 다음으로 이스트 발효 찜빵을 들 수 있는데, 중국을 비롯하여 한국, 일본, 그리고 동남아시아 여러 나라에서 이미 오래 전부터 상식(常食)되어 왔다. 찜빵(steamed bread)의 어원은 발효시킨 빵반죽을 증기(steam)에 찜다는 것에서 유래된 것으로 찜빵 배합에 필요한 주재료는 밀가루(100%), 물(50~60%), 소금(1%), 이스트(1~4%)이고, 식감을 위하여 설탕(5~10%)이나 쇼트닝(3~5%), 유허제 등이 더 사용되기도 하며(1-4), 일본에서는 팽창제로 베이킹파우더만을 사용하는 무시만주(mushimanju)도 소비되고 있다(5). 국내에서 선호되는 찜빵은 빵 반죽에 팥 앙금이나 야채, 고기 등을 넣은 것으로 중국이나 일본의 찜빵 제조법과 다르게 이스트와 화학팽창제를 동시

에 사용하고 있다. 찜빵은 표면이 희고 광택이 있으며 빵 속 촉감이 부드러우며 점착성과 끈적임이 없는 것이 특징인데, 주로 겨울철에 많이 소비된다.

일반적으로 오븐에서 구워내는 이스트 발효 빵류의 제조에는 13% 이상의 높은 단백질 함량의 경질밀이 요구되고 있으며, 이러한 빵 반죽은 발효과정에서나 오븐 내에서의 부피 팽창이 크게 나타나 결과적으로 최종 빵의 품질이 우수하게 된다. 그러나 찜빵의 경우 높은 단백질 함량의 밀가루로 만든 빵 반죽은 찜기(steamer)내에서나, 찜기에서 꺼내는 즉시 주저앉거나 빵 표면에 주름이 생기는 현상이 자주 발생하게 되어 빵의 부피는 감소하고 거칠은 조직감과 열린 빵 속결을 초래하여 부적합한 것으로 알려져 있다(6). 이와 같이 찜빵 품질은 사용하는 밀가루 특성이나 제조방법에 따라 매우 예민하게 반응하여 변화되므로 품질관리에 어려운 문제점을

[†]Corresponding author. E-mail: cskim@sarim.changwon.ac.kr
Phone: 82-55-279-7482. Fax: 82-55-281-7480

안고 있다. 그럼에도 불구하고 국내에서는 쪼빵의 최종 품질에 적합한 밀가루의 품질 기준이나 쪼빵 제조방법이 구체적으로 마련되지 못한 채 제조사 임의대로 시중의 밀가루를 부분적으로 혼합 사용하고 있는 실정이다.

쪼빵에 관한 연구는 전통적으로 쪼빵을 많이 섭취하고 있는 중국을 비롯한 동남아시아 여러 나라에 밀을 수출하고 있는 미국, 캐나다, 호주의 몇몇 연구자들에 의하여 이루어지고 있으며 모두 중국식 쪼빵에 관한 것이다. 그 예로 중국식 쪼빵 제조에 요구되는 밀가루 품질에 대하여 Rubenthaler 등(7)은 연질밀을 사용한 쪼빵의 품질은 단백질 함량 뿐만 아니라, 단백질 품질에 의하여 유의적인 영향을 받으며, 재배지역, 품종, 재배 년도 등도 관여하여 밀가루 단백질 조성에 매우 예민한 것으로 보고하였다. 그 후 Addo 등(8)에 의하면 연질밀을 사용한 쪼빵의 부피는 경질밀 사용 시와는 달리 단백질 함량이 증가할수록 상승하였으며, 경질밀을 사용한 빵의 평균 부피보다 높아 단백질 함량이 높은 경질밀은 식빵에는 적합하나 쪼빵에는 부적합한 것으로 나타나 두 종류의 빵 품질에 미치는 인자는 서로 다른 것으로 제시되었고, Faridi와 Rubenthaler(1), 그리고 Lin 등(2)은 쪼빵에 적합한 밀가루는 중저 강도의 약 10% 정도의 단백질을 함유하여야 한다고 하였다. 한편, 캐나다 산 밀 품종을 사용하여 식빵 및 쪼빵 품질과 밀가루 품질 특성과의 상관성을 조사한 Lukow 등(3)은 식빵과 쪼빵 모두 높은 단백질 함량의 강한 밀이 요구되며, 단백질 함량과 글루텐 강도가 쪼빵 품질을 결정하는 가장 중요한 요인이라고 하였다.

이와 같이 쪼빵에 요구되는 적합한 밀가루의 품질 기준이 아직 확실히 제시되지 못하고 있는 이유 중에 하나는 쪼빵을 즐겨 섭취하는 지역에 따라, 그 지역에서 주로 재배 생산되는 밀 품종을 사용하여 왔으므로 쪼빵의 조직감을 비롯한 관능적 기대가 지역간에 차이가 있고, 빵의 형태와 품질기준이 각기 다르기 때문이다. 또한 제조 방법이나 배합비에 있어서도 만드는 사람에 따라 많은 차이가 있다(1-4, 7). 따라서 어느 지역에서 쪼빵이 소비되는가에 따라 쪼빵의 품질과 관능적 요구가 달라지게 되므로 소비되는 지역의 전통적 기대 품질에 맞추어 쪼빵 제조를 위한 밀가루 품질의 구체적인 기준 마련과 공정의 표준화가 절실히 요구된다.

본 연구에서는 단백질 함량이 다른 시중의 수입밀로 제분된 밀가루 및 그 혼합분을 사용하여, 한국형 쪼빵 품질에 적합한 시중 밀가루의 품질특성을 조사하고 발효시간과 베이킹 파우더 및 쇼트닝의 첨가가 쪼빵의 품질에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 모든 재료는 실온에서 보관하여 사용하였으며, 사용된 밀가루 시료는 대한제분(주)에서 구입된 1등급 밀가루로서, 박력분(low strength flour : LF), 중력분(me-

dium strength flour : MF), 강력분(high strength flour : HF)과 이들 중에서 강력분과 박력분(blend of low strength flour and high strength flour : HLF), 강력분과 중력분(blend of high strength flour and low strength flour : HMF)을 각각 동량으로 혼합한 것을 포함하여 총 5종이다. 빵 배합비에 사용된 재료는 인스턴트 드라이 이스트(Safe 社, 프랑스), 정백당 설탕(삼양사), 쇼트닝(롯데삼강), 소금(한주), 베이킹파우더(제니코(주)), 이스트푸드(제원인터내셔널(주)) 등으로 시중에서 구입하여 사용하였다.

밀가루의 일반성분 조사

수분 및 회분 함량은 AACC법 44-16 및 08-01에 따라 측정하였으며(9), 조단백질 함량은 단백질 분석기(1030, Tecator, Sweden)로 micro-Kjeldahl 법에 의해 구해진 질소량에 소맥의 질소계수인 5.7을 곱한 값으로 표시하였다.

밀가루 반죽물성 및 호화특성 조사

반죽의 물리적 특성은 farinograph(81044, Brabender Co. Ltd., Germany)를 사용하여 AACC법 54-21에 따라 실시하였다(9). 즉 farinograph mixing bowl을 30°C로 유지시킨 다음 밀가루 시료 300 g(14% moisture base)을 취하여 peak의 중심심이 500±10 BU(Brabender unit)에 도달하도록 가수량을 조절하여, 이때 수분 흡수율, 반죽 시간, 안정도와 연화도 등의 물리적 성질을 측정하였다. 수분 흡수율은 500 BU에 도달하는데 필요한 수분의 함량이며, 반죽 형성 시간은 500 BU에 도달하는 시간, 반죽 안정도는 500 BU를 유지하는 시간, 반죽 연화도는 반죽 형성 시간으로부터 12분 후 커브의 윗 부분의 높이와 500 BU와의 차이로 나타내었다.

밀가루의 호화양상은 amylograph(ASG-6, Brabender Co. Ltd., Germany)를 사용하여 AACC법 22-10에 따라 측정하였다(9). 즉 시료 65 g(14% moisture base)을 물 450 mL에 분산시킨 현탁액을 25°C에서 가열을 시작하여 1.5°C/분씩 일정한도로 상승시키면서 호화 개시온도, 최고점도 및 온도를 측정하였다.

빵 제조

반죽의 가열 조리 방법에 따라 요구되는 밀가루 품질의 차이점을 살펴보고자 찜기에 쪄내는 쪼빵과 오븐에 굽는 roll bread를 비교하였다. 쪼빵과 roll bread 제조에는 동일한 배합비율을 사용하였으며(Table 1), 제빵 공정은 직접반죽법(optimized straight-dough method)을 적용하였다. 즉 빵 반죽에 필요한 적정 가수량은 farinograph 흡수율을 참고로 최적 빵반죽 상태에 필요한 물의 양을 정하였으며, 밀가루에 따라 각각 혼합 속도와 시간을 달리 하였다. 이때 속도는 vertical type mixer(N-50, Hobart, USA)를 사용하여 저속 47 rpm, 중속 87 rpm, 고속 158 rpm의 3단계로 적용하였는데, 쇼트닝을 제외한 전 재료를 투입 후 저속 2분, 중속 1분 30초 혼합한 후 쇼트닝을 투입하고, 중속 30초, 고속 1분 20초 혼합한 뒤, 중속에서 시료에 따라 반죽시간을 조정하였다. 본 실험

Table 1. Formula for preparation of Korean-style steamed bread

Ingredients	Baker's ratio (%)	Weight (g)
Wheat flour	100.0	320.0
Sugar	8.0	25.6
Shortening	3.0	9.6
Instant dry yeast	1.5	4.8
Baking powder	1.0	3.2
Salt	1.0	3.2
Yeast food	0.8	2.6

협에서 반죽시간은 반죽이 적당한 탄력성을 가지며 배끄러운 상태로 되는 단계까지의 시간으로 정하였으며, 밀가루 시료에 따라 7분 15초에서 9분 45초까지 조절하였다. 최종 반죽 온도 $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 확인 후 32°C , 상대습도 75%인 발효기(Dae Young Machinery Co, Korea)에서 최고 60분까지 1차 발효 시킨 뒤, 반죽을 40 g씩 분할하여 둥글리기 한 후 1차 발효와 같은 조건에서 40분 동안 2차 발효를 실시하였다. 2차 발효가 끝나면 찜빵용 반죽은 1500 mL 끓는 물이 담겨진 지름 50 cm의 찜솥(Sam Kwang Co., Korea)에서 12분간 찌고, roll bread는 윗불 180°C , 아랫불 160°C 로 예열된 오븐(FP 202, Dae Young Machinery Co, Korea)에서 10분 동안 구워 완성하였다. 찜빵과 roll bread에서 베이킹파우더의 첨가 효과를 알아보는 실험에 사용된 밀가루의 경우 찜빵은 HLF를 roll bread는 HF를 선택하였으며, 찜빵은 1차 발효를 생략하였고 roll bread는 60분 1차 발효시켰다.

빵 품질 특성 평가

완성된 빵은 30분간 실온에서 식힌 후 좁쌀을 이용한 종자 치환법에 의하여 부피(cc)를 측정할 후 polyethylene bag (thickness: 0.02 mm)에 넣어 실온(23°C)에서 12시간 동안 보관하면서 품질 특성 및 관능검사에 사용하였다.

Bread scoring(10)에 있어서 찜빵의 평가항목은 대칭성, 조직감, 광택, 매끄러움, 속결, 응집성이며, roll bread는 crust 색, crumb 색, 과열(break and shred), 대칭성, 조직감, 속결 등으로 각 특성 항목마다 10점 척도(10점= 매우 우수, 8점= 우수, 6점= 그저 그렇지만 만족스러움, 5점= 그저 그렇지만 만족스럽지 못함, 3점= 열등, 1점= 매우 열등)을 사용하여 총 60점 만점(total bread score)으로 빵을 만든 사람이 주관적으로 평가하였다.

찜빵의 생김새를 나타내는 퍼짐율은 빵의 높이에 대한 지름의 비(지름/높이)를 계산하여 나타내었고, 빵의 최종 수분 함량은 빵 껍질을 제외한 빵 속 중간 부분을 취하여 air oven 법(AACC법 44-15A)에 의하여 측정하였다(9). 빵 속 색상은 colormeter(CM 3400d, Minolta, Japan)를 사용하여 L 값(명도)을 구하였으며, 이때 표준색판으로는 백색판(L=96.9, a=-0.15, b=-0.2)을 이용하였다.

빵의 기계적 조직감 측정

빵 시료는 polyethylene bag에 넣어 실온(23°C)에서 12시간 방치 후 기계적 조직감을 texture analyzer(TA-XT2, Sta

ble Micro Systems, England)를 사용하여 adaptor, 25.0 mm plexiglass cylinder probe; force, 40 g; deformation, 50%; test speed, 1.0 mm/sec와 같은 조건으로 측정하였으며, 빵 시료는 빵 속 중간 부분을 $25 \times 25 \times 25$ mm 크기로 잘라 2회 압착실험을 실시하였다.

관능검사

관능검사에는 5가지 밀가루 시료로 만든 찜빵을 사용하였으며, 패널요원은 관능검사에 경험이 있는 창원대학교 식품영양학과 대학원생 9명을 선발하여, 정량적 묘사분석(quantitative descriptive analysis: QDA)을 실시하였다. 빵 시료는 빵 속 중간부분을 $20 \times 20 \times 20$ mm 크기로 잘라 흰 접시에 담아 물과 함께 제시하였으며, 검사에 사용된 평가항목으로는 표면광택, 표면의 매끄러움, 흰 정도, crumb 색, 기공의 크기, 기공의 균일성, 부드러움, 촉촉함, 탄성, 응집성, 부착성, 전반적인 기호도를 측정하였다. 검사에 사용된 척도방법은 15 cm 선척도(11)로 좌로부터 우로 이동하면서 특성의 강도가 증가하도록 선의 양쪽에 용어 한계를 표시하였다.

통계적 처리 및 결과 분석

관능검사를 비롯한 모든 실험결과는 SPSS/PC+(Statistical Package for the Science X) program을 이용한 분산분석(ANOVA)을 실시하여 평균값 간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 검정하였으며, 밀가루 품질특성과 빵 품질 특성과의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관 분석을 실시하였다(12).

결과 및 고찰

밀가루의 반죽 물성 및 호화특성

사용된 밀가루 시료의 성분분석 결과와 반죽 물성 및 호화 특성 결과는 Table 2와 같고 farinogram은 Fig. 1과 같다. 조단백질 함량은 8.17~12.52% 범위에 있으며, 회분함량은 0.38~0.41%로 모두 1등급 밀가루 회분 함량 최고 한도인 0.50% 이하(13)를 나타내었다. Farinograph 수분 흡수율은 54.0~64.8%로 밀가루 단백질 함량이 높을수록 증가하였다. Stauffer(14)는 farinograph 수분 흡수율은 단백질 함량, 입도, 손상전분(damaged starch)에 의하여 영향을 받는다고 하였고, 또한 배합비에 사용되는 재료나 첨가물에 따라서도 변화되는데, 그 예로 Rasper(15)에 의하면 수분 흡수율은 산화제 첨가로 증가하거나 지방 첨가로 감소된다고 하였다. 반죽 형성 시간은 빵 재료를 완전히 혼합하여 최고점도에 달하기까지의 시간을 추정할 수 있으며, 단백질 함량이 높을수록 반죽 형성 시간이 많이 요구되며 안정성이 증가하는 경향을 보이거나 예외적으로 강력분과 중력분의 혼합분 HMF는 강력분과 박력분의 혼합분 HLF보다 단백질 함량이 약 0.4% 정도 높음에도 불구하고 안정도는 현저히 낮으며 그에 따른 반죽의 연

Table 2. Proximate composition and rheological properties of wheat flours

Parameter	Wheat flour				
	LF	MF	HLF	HMF	HF
Flour					
Moisture (%)	13.38	13.64	13.08	13.62	13.69
Ash (%)	0.38	0.40	0.42	0.40	0.41
Protein (%)	8.17	9.54	10.53	10.94	12.52
Farinograph					
Water absorption (%)	54.0	58.7	60.5	61.5	64.8
Development time (min)	1.4	3.5	2.0	2.5	3.0
Stability (min)	4.9	9.5	20	12.2	20
Weakness (B.U)	85	70	35	55	20
Amylograph					
GT (°C)	61.0	59.5	59.5	61.0	58.0
TPV (°C)	92.0	90.0	92.0	91.0	89.5
Peak viscosity (B.U)	800	640	795	700	630

Abbreviations: LF=low strength flour; MF=medium strength flour; HF=high strength flour; HLF=blend of 50% low strength flour and 50% high strength flour; HMF=blend of 50% high strength flour and 50% low strength flour; GT=gelatinization temperature (°C); TPV=temperature of peak viscosity (°C); B.U.=Brabender unit.

화도도 높은 값을 나타내 약화된 반죽 물성이 됨을 알 수 있다. 반죽의 연화도는 박력분 LF가 85 BU로 가장 높아 글루텐 파괴가 빠르게 많이 나타남을 알 수 있다. 반면에 강력분 HF 반죽은 높은 안정도와 더불어 연화도도 20 BU로 적게 약화되었으며, 그 외 밀가루 시료 중 MF는 70 BU, HMF는 55 BU, HLF는 35 BU로 나타났다.

Amylograph는 밀가루 호화과정 중의 전분입자의 팽윤과 관련한 점도 변화를 나타내는 것으로 밀가루의 종류와 효소에 의하여 크게 영향을 받는다고 알려져 있다(16). 특히 α -amylase 활성이 중요한 역할을 하는 것으로 빵 반죽에서 α -amylase 활성이 지나치게 커서 최고점도 값이 너무 낮으면 빵 속질이 질고 끈적이는 식감을 나타내고 반대로 너무 적은 활성으로 최고점도가 너무 높으면 이스트 발효에 필요한 전분 분해에 의한 당이 부족하여 반죽의 발효 상태가 나쁘고 빵 속이 건조하고 거칠게 된다. 그러므로 빵 품질을 향상시키기 위하여는 최소한의 α -amylase 활성이 필요하며 일정 범위 내에서 경험적으로 조절되어야 하는 것으로 보고되고 있다(17). 5가지 밀가루 가운데 HF가 가장 먼저 호화가 시작되었고, 최고점도(peak viscosity)는 LF가 800 BU로 가장 높았으며, HLF는 795 BU, HMF는 700 BU, MF는 640 BU이며 HF는 630 BU으로 가장 낮은 최고점도 값을 나타내었다. 이것은 동량의 전분에 해당하는 글루텐의 대체는 최고점도를 낮춘다는 결과(17)와 일치하는 것으로 단백질 함량이 높아질수록 호화 온도와 최고점도 값이 낮은 수치를 나타내었다. Pratt(18)가 제시한 식빵에 사용되는 밀가루의 최고점도 범위는 빵의 가공공정이나 규모에 따라 다르며 일반적으로 475~700 BU 범위에 있다고 하였다. 그러므로 본 실험에 사용된 모든 밀가루 시료는 문헌에 제시된 최저점도 475 BU보다 훨씬 높은 점도값을 보여 효소활성은 우려할 만큼 지나치게

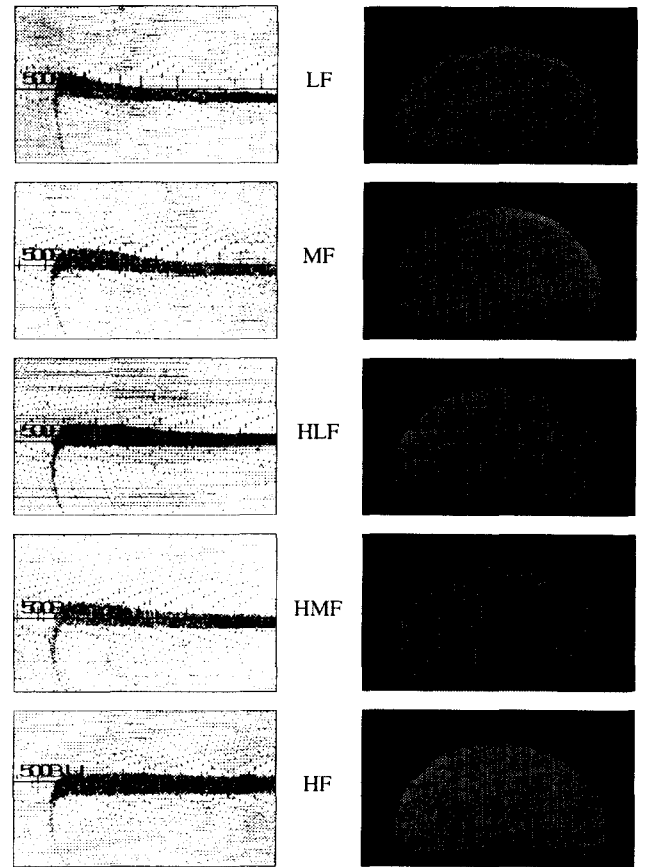


Fig. 1. Farinograph of commercial wheat flours and cross sectional view of Korean-style steamed breads. LF: Low strength flour, MF: Medium strength flour, HLF: Blend of 50% high strength flour and 50% low strength flour, HMF: Blend of 50% high strength flour and 50% medium strength flour, HF: High strength flour.

크지 않은 안전한 범위에 있음을 알 수 있었다.

제빵을 위한 적정 가수량 및 반죽 시간의 조절

일반적으로 반죽이 물을 많이 흡수할수록 빵 품질에 좋은 영향을 미치지만 반죽에 가수량이 지나치게 많거나 적으면 오히려 품질에 결함이 발생할 수 있다. 된 반죽 상태는 반죽의 신장성이 떨어져 기공의 붕괴가 쉽게 일어나 가스 보유력이 약해져서 부피가 작아진다(19). 그러므로 제빵에서 밀가루나 재료 변화에 따른 반죽 시간 및 적정 가수량 조절은 필수로 전제되어야 한다.

각 밀가루 시료의 제빵 적정 가수량과 반죽 시간은 Table 3과 같다. 가수율은 단백질 함량이 높을수록 증가되었는데, LF는 반죽 형성 시간이 7분 15초로 가장 짧았고, 반죽 흡수율도 54.0%로 가장 낮으며 반죽이 가장 유연한 조직감을 가지나 신장성은 떨어졌으며 색은 가장 밝은 흰색을 나타내었다. 단백질 함량이 가장 높은 강력분은 9분 45초의 가장 긴 반죽 시간과 62.1%의 높은 가수율이 요구되었으며, 반죽의 강도가 가장 강하게 느껴졌다. 중력분은 8분 45초의 적정 반죽시

Table 3. Baking absorption and mixing time for bread making

	LF	MF	HLF	HMF	HF
Baking absorption (%)	54.0	58.7	58.4	60.2	62.1
Mixing time (min)	7.3	8.8	7.8	9.0	9.8

Abbreviations: see footnote for Table 2.

간을 가지면서 58.7% 가수율이 요구되었고, 반죽은 질기면서 신장성은 적었고 약간의 푸른 빛깔을 나타내었다. HLF는 중력분보다 반죽이 빨리 형성되고, 반죽을 손으로 만졌을 때 부드러웠으며 반죽 물성과 작업 적성은 양호한 편이었다. 따라서 단백질 함량은 빵 반죽 흡수율과 반죽 시간에 영향을 미치는 것으로 이는 Ohm과 Chung(20)의 결과와 일치하였다. 이러한 밀가루 시료의 빵 반죽 적정 가수율과 반죽 시간은 farinograph data에서 단백질 함량이 높을수록 farinograph 흡수율이 증가되고 반죽 형성 시간이 길어지는 것과 유사한 경향을 나타내었다.

1차 발효 시간이 빵 품질 특성에 미치는 효과

빵 반죽은 발효시간 동안 얇은 글루텐막 내에 CO₂ 가스를 생성하면서 반죽이 팽창하게 되며, 적정 발효 상태는 밀가루, 이스트 사용량, 발효온도, 배합재료, 산화정도 등과 같은 인자들의 상호작용으로 서로 균형을 이룰 때를 말한다(21). 적정 조건에서 혼합된 반죽의 발효는 가스 형성 뿐만 아니라, 형성된 가스를 보유하는 정도도 매우 중요하다. 가스 생성은 일차적으로 발효성 당에 대한 이스트의 생물학적 기능이 중

요한 반면에 가스 보유는 반죽과정과 발효과정 중에 반죽 교질 구조의 기계적, 물리 화학적 변화에 매우 의존적이다(22). 발효가 완료된 반죽은 전빵의 경우는 예열된 짬솔에서 찌며, roll bread는 오븐에서 굽게 된다. 이러한 조리방법에 따라 빵 껍질 형성에 차이가 나타나고 그에 따른 반죽 내부에서의 부피 팽창 및 구조 형성에서도 차이가 나타날 수 있다. 본 실험에서는 같은 조건에서 혼합된 반죽이 발효정도에 따라 전빵과 roll bread 품질에 미치는 효과를 조사하였다.

발효 시간에 따른 전빵의 부피, 퍼짐 비율 및 bread score의 변화에 대한 결과는 Table 4 및 Fig. 2와 같다. 1차 발효 시간이 0분, 20분, 40분, 60분으로 증가됨에 따라 60분 발효시킨 HF 전빵을 제외한 모든 밀가루 시료의 전빵 부피는 증가하였으며, 특히 HLF으로 만든 전빵에서 안정적으로 그 증가 폭이 가장 크게 나타났다(Fig. 2). 그러나 발효 시간이 경과됨에 따라 모든 전빵의 외관은 납작해지는 경향이 있어 퍼짐 비율이 점점 증가하였으며, bread score는 감소하는데 그것은 퍼짐 비율의 증가와 관련이 있는 것으로 생각되었다.

한편 강력분을 사용하여 오븐 속에서 구워내는 roll bread에서는 위와 같은 현상은 찾아볼 수 없었으며, 이는 빵 반죽이 오븐에서 구워지는 동안 반죽 표면의 수분이 증발하고 껍질이 형성되면서 굽기 초기 단계에 반죽 내부에서는 오븐 내부 부피 팽창이 이루어지고 빵 표면 옆쪽에서는 파열(break and shred)이 나타나기 때문이다. 그러나 전빵의 경우는 찌는 동안 반죽 표면의 수분 증발이 어려워 껍질이 형성되지 못하면

Table 4. Effect of fermentation time on loaf volume, spread ratio and bread score

Flour samples ²⁾	Fermentation time (min)	Steamed bread			Baked roll bread	
		Volume (cc)	Spread ratio ¹⁾	Total bread score	Volume (cc)	Total bread score
LF	0	446.3 ^{c3)}	1.92 ^c	53.00 ^a	374.00 ^b	19.33 ^b
	20	474.0 ^b	1.93 ^c	42.67 ^b	439.67 ^a	32.00 ^{ab}
	40	482.6 ^{ab}	2.07 ^b	38.67 ^b	447.67 ^a	38.00 ^a
	60	485.6 ^a	2.29 ^a	28.67 ^c	447.33 ^a	43.67 ^a
MF	0	462.6 ^b	1.90 ^c	57.00 ^a	371.33 ^c	31.67 ^c
	20	486.6 ^a	2.05 ^b	46.67 ^a	448.33 ^b	36.00 ^{bc}
	40	474.0 ^{ab}	2.11 ^a	45.67 ^{ab}	462.00 ^{ab}	45.00 ^{ab}
	60	481.0 ^a	2.15 ^a	32.67 ^b	471.00 ^a	51.67 ^a
HLF	0	460.3 ^c	1.89 ^b	59.67 ^a	391.00 ^d	34.33 ^c
	20	481.6 ^b	1.95 ^{ab}	39.67 ^b	449.00 ^c	46.33 ^{ab}
	40	479.3 ^b	2.08 ^{ab}	33.33 ^b	476.67 ^b	44.67 ^b
	60	500.3 ^a	2.16 ^a	25.00 ^b	503.00 ^a	52.67 ^a
HMF	0	465.0 ^a	1.86 ^c	58.33 ^a	381.00 ^c	33.67 ^b
	20	463.3 ^{ab}	2.07 ^b	37.00 ^b	431.67 ^{bc}	45.67 ^a
	40	475.0 ^a	2.14 ^{ab}	34.33 ^b	449.00 ^{ab}	47.00 ^a
	60	477.0 ^a	2.30 ^a	27.00 ^b	449.67 ^a	50.33 ^a
HF	0	455.6 ^b	1.93 ^b	57.67 ^a	367.33 ^d	38.67 ^c
	20	480.3 ^a	2.07 ^b	35.00 ^b	423.67 ^c	44.00 ^c
	40	474.3 ^{ab}	2.14 ^b	29.33 ^{bc}	482.33 ^b	51.00 ^b
	60	453.6 ^b	2.40 ^a	18.67 ^c	515.00 ^a	57.33 ^a

¹⁾Spread ratio (width/height).

²⁾Abbreviations: see footnote for Table 2.

³⁾Means with the same letter in each column are not significantly different ($p < 0.05$).

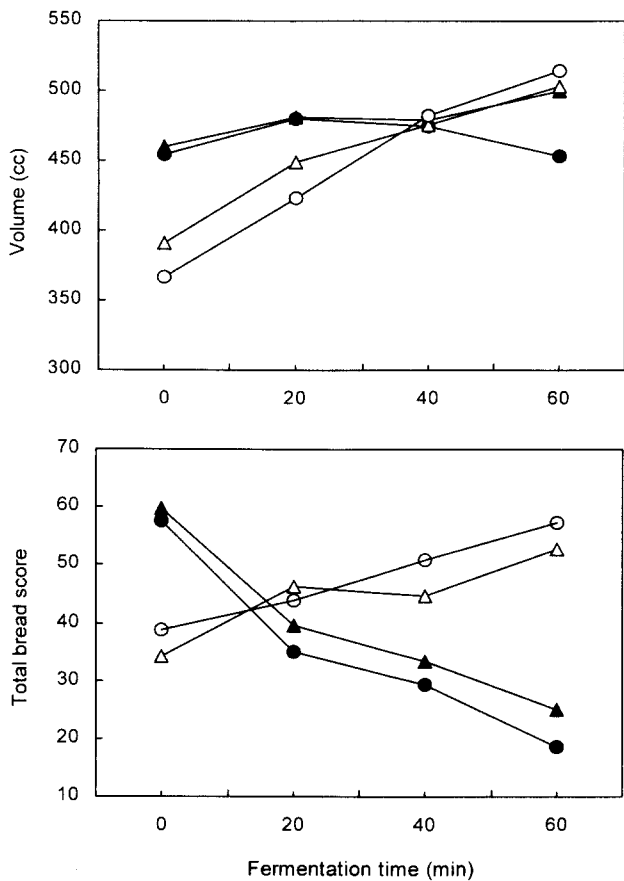


Fig. 2. Effect of fermentation time on loaf volume and total bread score of steamed bread and roll bread. ▲-▲: HLF for steamed bread, ●-●: HF for steamed bread, △-△: HLF for baked roll bread, ○-○: HF for baked roll bread. Abbreviations: see footnote for Table 4.

서 외부 환경은 증기압이 점점 증가하게된다. 이때 반죽 내부에서는 부피 팽창이 계속 일어나면서 지지할 수 있는 견고한 겹질 형성이 어려워 빵은 쉽게 주저앉는 현상이 나타나면서 표면에 주름이 생기게 된다. 특히 이러한 현상은 글루텐 형성이 용이한 강력분의 경우에 자주 나타나는 것으로 이는 1차 발효 과정에서 반죽 팽창이 많이 일어나 그만큼 기공 세포벽이 얇아져 빵의 구조력이 약해지기 때문이다.

Total bread score는 HF 빵반죽을 60분 발효한 경우는 18.7로 가장 낮은 점수를 나타낸 반면에 HLF 시료는 1차 발효 생략 시에 가장 양호한 59.7점을 얻었으며(Fig. 2), 빵 부피와 퍼짐성이 적당하며 빵 표면 색상이 희고 밝으므로 찜빵 제조에 가장 적합하다고 판단되었다. 또한 1차 발효를 실시한 찜빵의 경우 단백질 함량이나 품질과 관계없이 사용된 5가지 모든 밀가루 시료에서 빵의 부피가 증가하는 경향을 보이거나 total bread score는 감소하여 빵의 품질이 열등해지므로 찜빵 제조에서 1차 발효는 생략되어야 하는 것으로 생각된다.

찜빵과는 달리 roll bread의 경우 발효시간 증가에 따라 밀가루 시료 모두에서 빵 부피가 현저히 증가하였으며, 그에 따른 bread score도 증가하였다(Table 4, Fig. 2). 또한 발효

가 진행됨에 따라 모든 빵의 겹질 색은 향상되었는데, 이는 발효과정 중에 생성된 초산, 젖산과 같은 유기산이 카보닐아민 반응 초기 과정에서 아민 물질과 환원당의 축합 반응에 촉매적 역할을 하며, 또한 발효 후에 반죽 유리 아미노산 함량이 증가되어(10) 갈변화가 촉진된 것으로 생각된다. 발효 시간이 짧을수록 낮은 break and shred 값을 보여 오븐 팽창이 적게 나타남을 알 수 있었고 속결과 조직감은 단백질 함량이 낮고 발효 시간이 짧을수록 낮게 평가되었다(data not shown). 따라서 roll bread의 부피와 total bread score는 1차 발효시간 60분에서 최대가 되며, 단백질 함량이 높은 강한 반죽일수록 양질의 빵을 얻을 수 있는 반면에 단백질 함량이 낮고 약한 반죽을 형성하는 박력분은 가장 낮은 부피와 bread score로 roll bread 제조에는 가장 부적합한 것으로 나타났다. 그러므로 1차 발효시간과 높은 밀 단백질 함량 및 강한 반죽 특성이 roll bread 품질에 매우 중요한 인자임을 확인하였다.

찜빵과 roll bread에서 베이킹파우더의 첨가 효과

찜빵 제조 과정에서 1차 발효를 생략하게 되면 빵의 퍼짐성이나 외관을 비롯한 bread score는 1차 발효 과정을 거친 빵보다는 우수하나 아직 부피가 적기 때문에 찌는 과정에서 탄산가스 생성 증가로 팽창력을 증대하고 외관 손상을 보완할 필요가 있다. 그러므로 베이킹파우더를 0, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%의 수준별로 찜빵 배합비와 roll bread 배합비에 각각 첨가한 빵 부피 변화는 Fig. 3과 같다.

찜빵에서는 베이킹파우더 양이 증가함에 따라 1.5% 첨가까지는 부피가 안정적으로 증가하고 퍼짐율도 적당하여 빵의 생김새도 우수하여 양질의 빵을 만들 수 있었다. 그러나 그 이상의 첨가 수준에서는 급격한 부피 감소가 나타나 찜빵 제조에 베이킹 파우더의 적정 첨가 수준은 1-1.5%로 판단되었다. 한편 60분 동안 1차 발효시킨 roll bread는 모든 베이킹 파우더 첨가 수준에서 부피 감소가 나타났으며, 이는 이스트 발효에 의해 최적의 상태로 팽창된 반죽에 베이킹파우더 첨

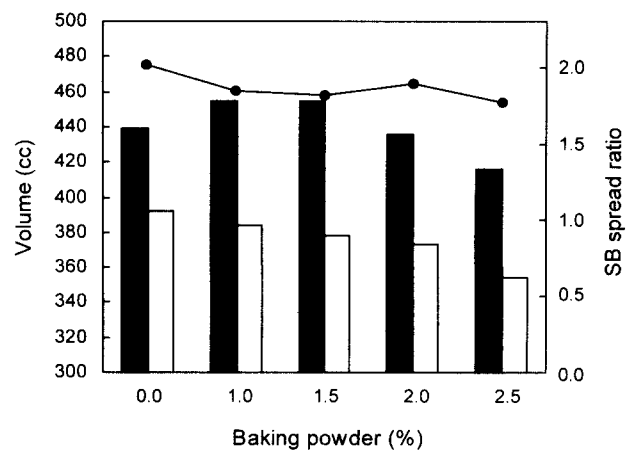


Fig. 3. Effects of baking powder on loaf volume or spread ratio of steamed bread (SB) and baked roll bread (BRB). ■: SB volume, □: BRB volume, —●—: Spread ratio.

가로 필요 이상의 CO₂ 가스가 생성되어 기포내에 가스압이 상승되면서 세포벽을 약화시켜 가스 포집력의 감소를 가져오는 것으로 판단되었다. 따라서 roll bread 제조에 베이킹파우더 첨가는 부적합한 것으로 나타났다.

찜빵에서 쇼트닝의 역할

쇼트닝의 첨가량(0, 3, 5, 7, 9%)에 따른 부피, 퍼짐 비율, 경도 및 bread score는 Table 5와 같다. 실험에 사용된 5종류의 밀가루로 만든 빵 중에서 가장 양호했던 강력분과 박력분을 동량 혼합한 혼합분을 대조군으로 하였으며 베이킹파우더는 1.5% 첨가하여 사용하였다. 쇼트닝 첨가량이 증가됨에 따라 적정 반죽에 필요한 가수량은 감소하였으나, 반죽 시간은 7분 15초에서 최대 8분 30초로 증가되었다. 빵의 부피는 쇼트닝의 첨가량 5%까지는 증가하다가 그 이상에서 감소하였고, 특히 9% 첨가 수준에서 빵의 퍼짐 비율이 최대가 되어 빵의 측면 외관이 평평해졌다. 또한 5% 쇼트닝 첨가로 빵의 조직감과 속결이 향상되어 total bread score가 최대값을 보이고 기계적 조직감 역시 부피 증가로 경도 측정치가 감소하여 빵이 부드러워졌다. 그러나 9% 이상의 첨가는 빵 부피와 total bread score가 감소하는 경향을 나타내었고, 반죽의 끈적임 정도가 높아 작업적성이 좋지 않았다. 그러므로 찜빵 제조에 쇼트닝 첨가는 5~7%가 적당하며, 찜빵에서의 적정량의 유지 첨가는 부피뿐만 아니라, 빵의 생김새, 반죽 작업

성 및 bread score에 중요한 역할을 함을 알 수 있다. 이는 메밀빵 배합비에 쇼트닝의 첨가량 증가로 빵의 부피, 속결 및 작업 적성의 향상을 가져온 Kim 등(23)의 연구 결과와 일치하였다.

관능검사

단백질 함량이 다른 5가지 밀가루 시료를 사용한 찜빵의 최종 수분 함량과 관능검사 결과는 Table 6에 나타내었고 관능검사에 제시된 찜빵 시료는 베이킹파우더 1.5%, 쇼트닝 5%로 조정된 최종 배합비로 제조한 것을 사용하였으며 찜빵의 단면 관찰은 Fig. 1과 같다.

외관에 있어서 찜빵 표면은 HLF 빵이 가장 매끄럽고 광택이 있으며 MF와 HF 찜빵은 광택이 가장 결여되었다고 평가되었다. 빵 겉질 표면의 흰 정도는 HLF와 LF 찜빵이 다른 밀가루 시료 빵에 비해 회개 평가되었고, MF 찜빵은 가장 어두운 색으로 평가되었다. 그리고 빵 속 색깔은 중력분이 함유된 빵이 역시 어둡다고 하였으며, LF, HLF, HF 찜빵 속 색은 상대적으로 밝게 평가되어, 찜빵의 빵 겉질과 빵 속의 밝은 정도가 일치하였다. 기공의 크기는 LF, HLF, HMF 찜빵은 서로 유사하며, HF와 MF 찜빵은 다소 작은 것으로 평가되어 조밀한 구조임을 알 수 있었다. 기포 균일성은 LF 찜빵이 가장 균일하며 HIF 찜빵은 가장 불균일한 기포로 구성되어 있다고 평가되었다. 조직감 평가에서 HF 찜빵이 가장 단단하

Table 5. Baking properties of steamed bread at various levels of shortening

Shortening (%)	Baking absorption (%)	Mixing time (min)	Volume (cc)	Spread ratio	Total bread score	Hardness (g)
0	62.0	7.2	425.5 ^{d1)}	1.81 ^c	68.0 ^b	1048.40 ± 81.10 ^a
3	59.0	7.5	467.5 ^b	1.83 ^b	78.0 ^{ab}	991.74 ± 80.59 ^{ab}
5	58.4	7.8	483.0 ^a	1.82 ^b	80.0 ^a	799.88 ± 67.81 ^c
7	55.4	8.2	475.0 ^{ab}	1.83 ^b	78.5 ^{ab}	841.20 ± 72.66 ^{bc}
9	53.2	8.5	462.0 ^c	1.93 ^a	62.5 ^{bc}	907.95 ± 79.50 ^{ab}

¹⁾Means with the same letter in each column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Quantitative descriptive analysis (QDA) data for sensory evaluation and moisture contents of steamed bread

Attributes	LF ¹⁾	MF	HLF	HMF	HF
Appearance					
Glossiness	8.60 ± 0.57 ^{b2)}	7.54 ± 0.55 ^c	9.49 ± 1.41 ^a	8.22 ± 1.57 ^c	7.82 ± 0.68 ^d
Smoothness	8.81 ± 0.74 ^b	7.67 ± 0.60 ^c	9.62 ± 0.97 ^a	7.78 ± 0.70 ^c	7.73 ± 0.90 ^c
Whiteness	9.19 ± 0.78 ^b	6.59 ± 0.67 ^c	10.64 ± 0.51 ^a	7.32 ± 0.91 ^c	6.95 ± 0.73 ^d
Crumb color	6.49 ± 0.63 ^c	8.90 ± 0.87 ^a	6.65 ± 1.03 ^c	7.58 ± 1.03 ^b	6.94 ± 0.63 ^c
Cell size	6.58 ± 0.68 ^a	6.21 ± 0.64 ^b	6.51 ± 0.72 ^a	6.47 ± 0.72 ^a	6.13 ± 0.55 ^c
Cell uniformity	7.97 ± 0.93 ^a	6.57 ± 0.79 ^c	7.34 ± 1.27 ^b	6.22 ± 0.84 ^d	5.77 ± 0.51 ^c
Texture					
Hardness	6.47 ± 0.64 ^c	7.85 ± 0.60 ^b	5.20 ± 0.86 ^c	6.08 ± 0.71 ^d	8.73 ± 0.56 ^a
Moistness	7.28 ± 0.79 ^b	5.89 ± 0.77 ^d	8.52 ± 0.55 ^a	6.55 ± 1.12 ^c	4.63 ± 0.62 ^c
Elasticity	8.51 ± 0.61 ^c	7.14 ± 0.68 ^d	9.70 ± 0.82 ^a	9.20 ± 0.52 ^b	6.37 ± 1.09 ^c
Cohesiveness	7.88 ± 0.58 ^c	6.58 ± 0.78 ^d	9.39 ± 0.48 ^a	8.49 ± 0.52 ^b	5.71 ± 0.67 ^c
Adhesiveness	6.70 ± 0.58 ^d	7.05 ± 0.60 ^c	10.03 ± 0.49 ^a	7.91 ± 0.76 ^b	5.67 ± 1.06 ^c
Overall acceptability	8.25 ± 0.52 ^c	9.00 ± 1.05 ^b	10.12 ± 0.62 ^a	8.72 ± 0.93 ^c	6.82 ± 0.81 ^c
Moisture contents (%)	37.33 ± 0.07 ^d	39.14 ± 0.28 ^c	39.32 ± 0.17 ^c	39.76 ± 0.32 ^b	40.84 ± 0.24 ^a

¹⁾Abbreviations: see footnote for Table 2.

²⁾Means with the same letter in each row are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 7. Correlation between wheat flour quality and steamed bread or roll bread quality attribute

Parameter	Steamed bread						Roll bread		
	Volume (cc)	Spread ratio	Total bread score	Crumb L-value	Glossiness ²⁾	Smoothness ²⁾	Overall acceptability ²⁾	Volume (cc)	Total bread score
Protein	0.37	-0.02	0.63 ^{*3)}	-0.84 ^{**}	-0.18	-0.31	0.14	0.85 ^{**}	0.52 [*]
FWA ¹⁾	0.46	-0.07	0.69 [*]	0.87 ^{**}	-0.22	-0.34	-0.08	0.81 ^{**}	0.56 [*]
FDT	0.52 [*]	-0.02	0.37	-0.59 [*]	-0.76 ^{**}	-0.72 ^{**}	-0.26	0.03	0.47
FS	0.31	0.01	0.73 ^{**}	-0.72 ^{**}	0.26	0.18	0.26	0.88 ^{**}	0.58 [*]
FW	-0.26	-0.06	-0.67 ^{**}	0.76 ^{**}	-0.11	-0.03	-0.07	-0.91 ^{**}	-0.55 [*]
APV	-0.37	-0.09	-0.22	0.61 [*]	0.88 ^{**}	0.86 ^{**}	0.55	-0.10	-0.38

¹⁾Abbreviation: FWA=farinograph water absorption, FDT=farinograph development time, FS=farinograph stability, FW=farinograph weakness, APV=amylograph peak viscosity.

²⁾Scores from sensory evaluation.

³⁾Significantly different at *p=0.05, **p=0.01.

고 HLF이 가장 부드러우며 촉촉한 빵으로 평가되었고 그 다음의 촉촉한 찜빵은 LF, HMF, MF, HF 순으로 나타났다. 이는 제시된 빵의 최종 수분함량과 일치하지 않았다. 탄력성은 HLF 찜빵이 가장 컸으며 HMF, LF, MF, HF 순으로 탄력성이 감소하였다. 응집성과 부착성은 HLF 찜빵이 가장 크고 HF는 가장 적었다. 전반적인 기호도는 HLF 찜빵이 가장 높았고 그 다음이 MF, HMF 혹은 LF 순이었으며, HF가 가장 낮았다. 이상의 결과로 미루어 볼 때, HLF로 만든 찜빵이 관능적으로 가장 바람직하거나 기호성이 높은 것으로 평가되었으며, 그 다음으로 HMF나 MF이었고 MF만으로 만든 빵은 색이 어두워 찜빵으로서는 바람직하지 못하였다.

밀가루 특성이 찜빵의 품질에 미치는 효과

찜빵 및 roll bread 품질과 밀가루 특성과의 상관 관계는 Table 7과 같다. 찜빵의 부피는 farinograph 반죽 형성 시간(FDT)에 의하여 영향을 받았으며(p<0.05), total bread score는 밀가루 반죽 안정도(FS) 및 연화도(FW)와 크게 관련이 있었고(p<0.01), 단백질 함량과 farinograph 흡수율과는 비교적 관련성이 적었으며(p<0.05), 찜빵의 표면 광택과 매끄러운 정도는 farinograph 반죽형성 시간 및 amylograph 최고 점도(APV)와 상관성이 높은 것으로(p<0.01) 나타났다. 빵 속 색은 모든 밀가루 특성과 관련이 있으나 빵의 퍼짐성은 제시된 밀가루 특성과 관련이 없는 것으로 나타났다. 전반적인 기호도는 APV와 상관성이 있어 보이나(p<0.05) 단백질 함량이나 farinograph 반죽 물성 요소들과는 관련이 없는 것으로 나타났다. 그러나 roll bread에서는 빵 부피는 단백질 함량과 farinograph data인 FWA, FS, FW들과 상관성이 높은 것으로(p<0.01) 나타났으며, total bread score도 이들 밀가루 품질 요소들과 유의적인 상관성이(p<0.05) 있는 것으로 밀가루 품질 요소들은 찜빵과 roll bread 품질에 서로 다르게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

요 약

한국형 찜빵 품질에 적합한 시중 밀가루 품질과 발효 시간(0~60분) 및 첨가 재료(베이킹파우더, 쇼트닝)가 찜빵 품질

에 미치는 효과를 조사하고자 박력분(LF), 중력분(MF), 강력분(HF)과, 박력분과 강력분(HLF) 혹은 박력분과 중력분(HMF)을 각각 동량으로 혼합한 것을 포함한 5종의 밀가루를 사용하여 밀가루 반죽 물성과 빵 품질을 비교하였다. 사용된 밀가루의 단백질 함량은 8.17~12.52%, 회분은 0.38~0.41% 범위에 있으며 찜빵은 오븐에서 굽는 roll bread와는 다르게 1차 발효 과정을 생략한 제조 조건에서 찜빵 품질이 가장 우수하였고, 찜빵 제조에 요구되는 밀가루는 반죽 강도가 강한 강력분에 가까운 밀가루보다 단백질 함량이 9.5~10.9% 범위의 반죽 강도가 중간 정도인 시중 밀가루가 찜빵 제조에 적합하였다. 찜빵 제조에 베이킹파우더 1.0~1.5%, 쇼트닝 5~7% 첨가로 빵 부피, 빵 모양, bread score, 조직감 등이 향상되었다. 전반적인 기호도가 가장 높았던 찜빵은 강력분과 박력분을 동량 혼합한 혼합분(단백질 10.53%)으로 만든 것으로 빵 껍질이 매끄럽고 광택이 있고 희었으며, 촉감은 촉촉하고 부드러웠다. 시중 밀가루 품질과 빵 품질과의 상관성은 roll bread와 찜빵에서 다르게 나타났는데 roll bread의 빵 부피나 total bread score는 단백질 함량과 farinograph 반죽 물성이 모두 관련이 있었으나 찜빵의 경우 단백질 함량은 빵 부피에 영향을 미치지 않았고 total bread score는 단백질 보다 반죽 안정도와 상관성이 더 높았으며 빵 표면 특성은 반죽 형성 시간과 호화 점도에 의해 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 창원대학교 학술진흥재단에서 지원된 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Faridi, H.A. and Rubenthaler, G.L. : Laboratory method for producing Chinese steamed bread and effects of formula, steaming and storage on bread starch gelatinization and freshness. Proc. 6th Int. Wheat Genetics Symp., Kyoto, Japan, p.863-867 (1983)
2. Lin, Z.J., Miskelly, D.M. and Moss, H.J. : Suitability of var-

- ious Australian wheats for Chinese-style steamed bread. *J. Sci. Food Agric.*, **53**, 203-213 (1990)
3. Lukow, O.M., Zhang, H. and Czarnecki, E. : Milling, rheological, and end-use quality of Chinese and Canadian spring wheat cultivars. *Cereal Chem.*, **67**, 170-176 (1990)
 4. Preston, K.R., Matsuo, R.R., Dexter, J.E., Tweed, A.R., Kilborn, R.H. and Tully, D. : The suitability of various Canadian wheats for steamed bread and noodle processing or the People's Republic of China. *Can. Inst. J. Food Sci. Technol.*, **19**, 114-120 (1986)
 5. Nagao, S. : Wheat products in East Asia. *Cereal Foods World*, **40**, 480-483 (1995)
 6. Rubenthaler, G.L., Pomeranz, Y. and Huang, M.L. : Steamed bread. IV. Negative steamer-spring of strong flours. *Cereal Chem.*, **69**, 334-337 (1992)
 7. Rubenthaler, G.L., Huang, G.L. and Pomeranz, Y. : Steamed bread. I. Chinese steamed bread formulation and interactions. *Cereal Chem.*, **67**, 471-475 (1990)
 8. Addo, K., Pomeranz, Y., Huang, M.L., Rubenthaler, G.L. and Jeffers, H.C. : Steamed bread. II. Role of protein content and strength. *Cereal Chem.*, **68**, 39-42 (1991)
 9. AACC : *Approved Method of the AACC*. 8th ed., American Association of Cereal Chemist, St. Paul, MN. (1983)
 10. Pyler, E.J. : Physical and chemical test methods. In *Baking Science and Technology*, 3rd ed., Sosland Pub. Co., Merriam, KS, Vol. II, p.850-910 (1988)
 11. Kim, K.O., Kim, S.S., Sung, N.K. and Lee, Y.C. : *Methods & Application of Sensory Evaluation*. Sinkwang Press, Seoul, p.253-296 (1997)
 12. Lee, K.H., Park, H.C. and Her, E.S. : *Statistics and Data Analysis Method*. Hyoil Press, Seoul, p.253-296 (1998)
 13. Kim, D.Y., Yang, H.C., Kim, W.J., Lee, Y.C. and Kim, S.G. : *Agricultural Technology*. Youngy Press, Seoul, p.42 (1990)
 14. Stauffer, C.E. : Principles of dough formation. In *Technology of Bread Making*, Cauvain, S.P. and Young, L.S. (eds.), Blackie Academic & Professional, London, p.262-292 (1988)
 15. Rasper, V.F. : Dough rheology and physical testing of dough. In *Advances in Baking Technology*, Kamel, B.S. and Stauffer, C.E. (eds.), Blackie Academic & Professional, London, p.107-129 (1993)
 16. Kim, S.K. : Physicochemical studies on the hard and soft wheat flours. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **11**, 13-17 (1979)
 17. Tipples, K.H. : Uses and Applications. In *The Amylograph Handbook*, American Association of Cereal Chem., p.12-24 (1995)
 18. Pratt, D.B. Jr. : Criteria of flour quality. In *Wheat : Chemistry and Technology*, 2nd ed., Pomeranz, Y. (ed.), Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN, p.201 (1971)
 19. Bean, M.L. and Osman, E.M. : Behavior of starch during food preparation II. Effects of different sugars on the viscosity and gel strength of starch pastes. *Food Res.*, **24**, 665-668 (1959)
 20. Ohm, J.B. and Chung, O.K. : Gluten, pasting and mixograph parameters of hard wheat flours in relation to breadmaking. *Cereal Chem.*, **76**, 606-613 (1999)
 21. Pyler, E.J. : Physical chemistry and colloidal systems. In *Baking Science and Technology*, 3rd ed., Sosland Pub. Co., Merriam, KS, Vol. I, p.262-299 (1988)
 22. Hoseney, R.C. : Gas retention in bread dough. *Cereal Foods World*, **29**, 305-308 (1984)
 23. Kim, C.S., Lee, S.A. and Kim, H.I. : Development of buck-wheat bread : 3. Effects of the thermal process of dough making on baking properties. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr.*, **4**, 6-13 (1999)

(2001년 8월 2일 접수)