

Dough Properties and Quality Characteristics of Breads added with Barley Flour

Dung-Minh Ha, Yang-Kyun Park[†], Jeong-Hwa Kang¹ and Myung-Hee Kim²

Department of Food Engineering and Food Industrial Innovation Center,
Mokpo National University, Mokpo 534-729, Korea

¹Department of Food Research & Development, Jeollanamdo Agricultural & Extension Services, Naju 520-715, Korea

²Department of Food & Nutrition, Mokpo Science College, Mokpo 530-730, Korea

보릿가루 첨가 복합분의 반죽 물성 및 빵의 품질 특성

하용밍 · 박양균[†] · 강정화¹ · 김명희²

목포대학교 공과대학 식품공학과 및 식품산업지역혁신센터
¹전라남도농업기술원 식품연구소, ²목포과학대학교 식품영양과

Abstract

This study was carried out to investigate the rheological properties of dough and the quality characteristics of breads with Saesalbori (non-waxy barley) and Saechalbori (waxy barley) flours added at concentrations of 10, 20, and 30% to wheat flour. The maximum viscosity increased in the Saesalbori flour mixtures and decreased in the Saechalbori flour mixtures. The dough stability of the 10% barley flour mixtures was equal to that of the control while that of the 30% barley flour mixtures decreased more. The extensibility of the dough decreased with the increasing level of barley flour in all the blends, but the resistance of the dough increased. As the ratio of barley flour increased, the loaf volume of the breads significantly decreased, but the bread weight increased. The 10% Saesalbori flour mixtures increased the hardness of the breads but did not cause any significant change in the other TPA parameters while the 10% Saechalbori flour mixtures did not cause any change in all the TPA parameters. The sensory evaluation results showed that the 10% barley flour mixtures had no significantly different overall acceptance from the control, and that the 20% substitution still resulted in acceptable sensory qualities. The results of the study also showed that the bread-making properties of Saesalbori were improved by germination, but those of Saechalbori declined.

Key words : barley, germinated barley, rheological properties, bread quality

서 론

세계적으로 빵은 주로 밀가루를 이용하여 제조되고 있으나 지역에 따라 밀 이외에 쌀, 보리, 귀리 및 옥수수 등도 사용되고 있다. 밀가루 단백질인 글루텐의 뛰어난 반죽 및 제빵적성으로 인한 관능적 품질이 우수하여 밀가루 제품에 대한 선호도가 높다(1,2). 밀가루를 주원료로 하는 빵의 섭취가 여전히 주류를 이루고 있기는 하나 건강에 대한 관심이 커지면서 소비자들은 제품의 영양학적 측면과 건강에 미치는 효과에 대하여 훨씬 더 많은 관심을 갖게 되었다.

소비자들의 요구에 부응하기 위하여 제빵업계에서는 제품의 품질 향상뿐만 아니라 영양학적으로 우수하고, 기능성 성분이 첨가된 제품을 만들기 위해 끊임없는 노력을 하고 있다. 최근에는 건강상의 측면 뿐 아니라 사회, 경제적인 이유로 밀가루 이외의 곡물가루를 첨가한 복합분으로 제조된 빵 제품이 다양하게 출시되고 있다(3). 한국에서는 밀 수입비용을 줄이고 국내에서 생산한 곡물의 이용을 증가시키기 위하여 수입밀의 부분적인 대체를 위한 시도가 권장되고 있다.

세계의 많은 지역에서 다양한 품종의 보리가 중요 작물로 재배되어 이용되고 있다. 보리는 영양가가 높을 뿐만 아니라 기능성 물질의 함량도 높다. 특히 보리에 함유된

[†]Corresponding author. E-mail : ykpark@mokpo.ac.kr
Phone : 82-61-450-2422, Fax : 82-61-454-1521

β -글루칸은 사람의 장에서 유익한 기능을 하는 중요한 수용성 식이섬유소로서 혈청 콜레스테롤과 혈당 지수를 낮추는데 효과적이라고 알려져 있다(4,5). 보리를 발아시키면 종자 내 전분함량은 감소하고 배유의 세포막이 가수분해되면서 불용성 β -글루칸과 아라비노자일란 함량은 감소되고 수용성 펜토산과 β -글루칸 함량이 증가한다는 보고가 있으며(6), 또한 발아는 곡류에 함유된 항영양성물질의 양을 감소시키고 유용성 영양소의 양을 최대화시키는 것으로 보고되어 있다(7-9). 그러나 전통적인 방법으로 발아시킨 보리의 뿌리에는 혈압을 상승시키는 것으로 보고된 hordenine이라는 알칼로이드 물질이 존재한다. 보리의 새로운 발아 방법(10)인 보리 발아 생체 물질을 제외에 증폭시킨 활성의 백색돌기체(vitalize activated white, VAW)를 이용한 발아보리는 외종피와 표피층에 있는 비전분 다당류를 가수분해하는 효소들을 활성화시켜 식미를 향상시켰을 뿐 아니라 소화율을 90%까지 끌어올림으로써 보리 소비를 늘릴 수 있으리라 기대된다.

본 연구에서는 메성보리인 새쌀보리와 찰성보리인 새찰보리, 그리고 VAW를 이용한 발아 새쌀보리와 발아 새찰보리를 이용하여 보릿가루를 10%, 20%, 30% 첨가한 복합분의 반죽 물성을 조사하였고, 빵을 제조하여 일반적인 품질 특성의 변화, 조직감 및 관능검사를 실시하여 가장 적합한 보릿가루의 종류와 첨가비율을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 보릿가루(새쌀보리와 새찰보리)와 발아시킨 보릿가루(새쌀보리와 새찰보리)는 VAW보리주식회사(전라남도 영광군, 한국)에서 제공받았으며, 밀가루는 1등급 강력분(대선제분, 한국)을 사용하였다.

Amylograph

밀가루에 보릿가루를 10%, 20%, 30% 첨가한 복합분의 호화특성은 Micro Visco Amylograph(Brabender Co., Germany)를 사용하여 AACC 방법(11)에 따라 측정하였다. 각 복합분 12 g(수분함량 14% 기준)에 증류수 100 mL를 가하여 잘 혼합한 후 점도를 측정하였다. 30°C부터 95°C까지 1.5°C/min의 일정한 속도로 가열한 후 15분 동안 95°C를 유지하다가 1.5°C/min의 일정한 속도로 50°C까지 냉각시켰다. Torque 측정범위는 700 cmg였으며, 호화개시온도, 최고 점도온도 및 최고점도를 측정하였다.

Farinograph

보릿가루 첨가 복합분 반죽의 물리적 성질은 Farinograph(Brabender Co., Germany)를 이용하여 AACC 방법(12)에

따라 측정하였다. Farinograph mixing bowl을 30±0.2°C로 유지하도록 하였으며, 시료는 수분함량 14% 기준으로 300 g을 사용하였고, 곡선의 중심선이 500 BU(Brabender Unit)에 도달하도록 물을 가하여서 흡수율, 반죽형성시간 및 안정도를 측정하였다.

Extensograph

AACC 방법(13)에 따라 복합분 300 g(수분함량 14% 기준)을 farinograph 혼합기에 넣고 farinograph의 흡수율보다 2% 적은 양의 소금물(2%)을 사용하여 1분간 혼합한 다음 5분간 방치하고 다시 반죽을 시작하여 farinograph의 500 BU에 곡선의 중심이 도달하도록 필요에 따라 흡수율을 조절하였다. 반죽이 끝난 다음 150 g의 반죽을 extensograph(Brabender Co., Germany) rounder에서 20번 정도 등글리기를 하여 원통형으로 성형한 후 이를 30±0.2°C의 발효실에서 45분, 90분 및 135분간 발효시킨 후 각 시간별 반죽의 신장도와 저항도를 측정하였다. 신장도(E)는 시작점으로부터 끝까지의 거리(mm), 저항도(R)는 그래프의 최고 높이(BU)로 하였으며 이들 비율은 R/E로 표시하였다.

보릿가루 첨가 식빵의 제조

제빵에 사용한 원료의 기본 배합비는 Table 1과 같으며, 밀가루에 보릿가루를 10%, 20%, 30% 대체한 복합분을 사용하여 직접반죽법으로 식빵을 제조하였다. 먼저 밀가루(700 g), 이스트(14 g), 설탕(42 g)을 반죽기(vertical mixer, DMJP, Daeyung, Korea)에 넣고 1단에서 1분, 2단에서 1분 혼합하였다. 여기에 버터(28 g), 소금(14 g), 탈지분유(21 g)를 첨가하여 2단에서 6분간 혼합하였다. 온도 30°C, 상대습도 85%에서 60분 동안 1차 발효하였으며 500 g 씩 분할하여 등글리기 한 후 20분간 중간 발효하였다. 이 반죽을 성형

Table 1. Formula for bread dough with various levels barley flour

Samples	Wheat flour(g)	Barley flour(g)	Water (mL)
Control	700	0	440
Saesalbori (%)	10	630	440
	20	560	460
	30	490	470
Germinated Saesalbori (%)	10	630	440
	20	560	460
	30	490	470
Saechalbori (%)	10	630	440
	20	560	460
	30	490	470
Germinated Saechalbori (%)	10	630	440
	20	560	460
	30	490	470

하여 빵틀에 넣고 온도 30℃, 상대습도 85%에서 40분간 2차 발효하였다. 이것을 윗불 180℃, 아랫불 200℃ 오븐에서 30분간 구워 빵을 제조하였다.

빵의 품질 평가

빵의 무게는 구운 후 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 측정하였고, 부피는 종자 치환법으로 측정하였다. 굽기 손 실온은 2차 발효 후 반죽의 무게를 측정하고, 구운 후 1시간 경과된 최종제품의 무게를 측정하여 구하였다. 빵 속살의 색은 색차계(Minolta, CR-300, Japan)를 사용하여 측정하였다.

빵의 조직감 측정은 Rheometer(Compac-100II, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)를 사용하여 탄력성, 응집성, 점착성, 과쇄성 및 경도를 측정하였다. 즉, 시료를 12 mm 두께로 절단하여 Table 2와 같은 조건에서 10회 반복 측정하였다.

Table 2. Instrumental conditions for textural measurements

Test type	Mastication test
Test mode	Mode 21
Max. force of load cell	2 kg
Adaptor	Round type (diameter 25 mm)
Table speed	60 mm/min

관능검사

빵의 관능검사는 실온에서 24시간 저장한 빵을 일정 크기로 잘라 지퍼백에 2개씩 담아 제공하였다. 훈련된 관능검사요원은 목포대학교 식품공학과 대학원 학생 18명으로 구성하여 외관, 향, 빵 속살의 색상, 빵 속살의 조직감 및 전체적인 기호도를 5점 채점법으로 평가하도록 하였다. 평가는 1점 매우 나쁘다; 2점 나쁘다; 3점 보통이다; 4점 좋다; 5점 매우 좋다고 하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 PASW (Ver. 18) 프로그램을 이용하여 oneway ANOVA로 분산분석을 실시하였고, 각 측정 평균값간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

Amylograph 호화특성

보릿가루 첨가량을 달리한 복합분의 호화특성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 보릿가루 첨가 복합분의 호화개시온도는 보릿가루의 종류에 관계없이 모두 대조구의 호화개시온도보다 낮아졌으며 보릿가루 첨가량이 높을수록 호화개시온도는 더 낮아졌다. 새쌀보리 복합분의 호화개시온도가 새찰보리 복합분의 호화개시온도보다 높았으며, 새쌀보

리와 새찰보리 모두 발아보리 복합분의 호화개시온도가 무발아보리 복합분의 호화개시온도보다 더 낮았다. Park 등(14)은 호화개시온도가 높을수록 빵을 구울 때 전분의 호화온도가 낮아져 빵의 골격을 약화시키고, 부피가 감소한다고 보고하였다. 새쌀보리 복합분의 최고점도는 211.50 BU~283.00 BU로 대조구의 197.50 BU보다 증가하였으며 보릿가루 첨가량이 증가할수록 최고점도는 더 증가하였다. 무발아새쌀보리 복합분의 최고점도가 발아새쌀보리 복합분의 최고점도보다 높았다. 그러나 새찰보리 복합분의 최고점도는 대조구에 비하여 감소하였으며 발아새찰보리 복합분의 최고점도가 무발아새찰보리 복합분보다 높았다. 무발아새찰보리 복합분의 최고점도는 첨가량이 증가할수록 더 감소하였으나 발아새찰보리 복합분의 최고점도는 첨가량에 따른 변화를 보이지 않았다. 새쌀보리 복합분과 새찰보리 복합분의 비교에서 호화개시온도와 최고점도 모두 새쌀보리 복합분의 경우가 더 높았다.

Table 3. Amylograph properties of barley-wheat flour blends

Sample	GT (°C)	PVT (°C)	PV (BU)
Control	66.45±0.07 ^a	90.60±0.14 ^{ab}	197.50±6.36 ^c
Saeschalbori (%)			
10	65.25±0.49 ^{cd}	90.70±0.57 ^{ab}	223.00±2.83 ^c
20	65.95±0.07 ^{ab}	90.90±0.14 ^a	244.50±0.71 ^b
30	64.85±0.21 ^d	90.65±0.35 ^{ab}	283.00±0.00 ^a
Germinated Saeschalbori (%)			
10	65.55±0.07 ^{bc}	90.70±0.14 ^{ab}	211.50±0.71 ^d
20	64.10±0.14 ^c	90.55±0.21 ^{ab}	223.50±0.71 ^c
30	63.70±0.00 ^c	90.10±0.14 ^b	243.00±1.41 ^b
Saechalbori (%)			
Control	66.45±0.07 ^a	90.60±0.14 ^a	197.50±6.36 ^a
10	64.80±0.42 ^b	89.10±0.57 ^c	132.50±2.12 ^b
20	63.80±0.00 ^c	87.25±0.07 ^d	102.00±0.00 ^c
30	63.80±0.00 ^c	86.25±0.07 ^e	76.00±1.41 ^d
Germinated Saechalbori (%)			
10	64.20±0.28 ^{bc}	90.10±0.42 ^{ab}	197.50±2.12 ^a
20	62.85±0.07 ^d	89.45±0.21 ^{bc}	195.50±0.71 ^a
30	62.40±1.30 ^d	89.55±0.07 ^{bc}	194.00±1.41 ^a

GT : gelatinization temperature (°C); PVT : peak viscosity temperature(°C); PV : peak viscosity (BU)
Different letters in the same column indicate significant different at $p < 0.05$

최고점도는 제빵과정 중 α -amylase의 효과를 예측하는 지표로 사용되는데 최고점도 값이 높다는 것은 α -amylase 활성도가 낮다는 것을 나타내며, 제빵 가공적성의 감소, 빵 겉질색의 열화, 빵 부피의 감소 등과 관련성이 있다(15). α -Amylase 활성도가 낮은 귀리가루는 단단하고 안정적인 반죽을 형성하지만 빵은 건조하고 단단해서 저장수명이 짧다(16). 호화특성의 차이는 전분 중 아밀로오스 함량의 차이, 전분입자의 크기 분포 차이, 아밀로펙틴의 분자구조 차이 등에 기인하는 것으로 알려져 있다(17). 특히 메성보리

는 찰성보리보다 호화개시온도, 최고점도, 최저점도, 최종 점도가 높은 호화특성을 나타내는데(18), 이는 메성전분의 입자들은 치밀한 구조를 이루고 있어서 온도의 상승과 유지 과정에서 잘 팽윤되지 않고, 팽윤된 전분입자들은 열과 전 단력에 대한 저항성이 높아지므로 호화온도가 상승한다고 하였다(17).

Farinograph 특성

보릿가루 첨가량을 달리한 복합분의 farinograph 특성을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 보릿가루 첨가 복합분의 수분흡수율은 보릿가루의 종류에 관계없이 모두 대조구의 수분흡수율보다 증가하였으며, 첨가량이 높을수록 수분흡수율도 증가하였다. 보릿가루 첨가량이 동일한 경우 새쌀보리 복합분보다 새찰보리 복합분의 수분흡수율이 더 높았다. 보리 30% 복합분의 수분흡수율은 77.4%~85.0%로 대조구의 수분흡수율 67.0%보다 10% 이상 증가하였는데 수분흡수율이 지나치게 증가하면 반죽을 연화시켜 빵의 부피 감소와 치밀한 조직으로 품질저하를 나타낼 수 있다. 밀가루의 수분흡수율은 단백질과 펜토산 함량 및 전분의 손상정도에 따라 영향을 받는다(19). 보리 복합분의 경우 밀단백질은 희석되었으나 수분흡수율이 증가한 것은 보리전분의 손상정도, β -글루칸과 같은 비전분다당류 및 식이섬유 함량에 기인한 것으로 생각된다(20,21).

Table 4. Farinograph properties of barley-wheat flour blends

Sample	WA (%)	DDT (min)	Stability (min)
Control	67.0	6'00"	>20'
Saesalbori (%)	10	70.0	4'30"
	20	74.0	5'10"
	30	77.4	2'00"
Germinated Saesalbori (%)	10	70.0	5'20"
	20	73.5	6'00"
	30	78.4	6'00"
Control	67.0	6'00"	>20'
Saechalbori (%)	10	71.3	4'20"
	20	75.0	6'00"
	30	78.5	5'40"
Germinated Saechalbori (%)	10	72.5	6'45"
	20	77.8	12'00"
	30	85.0	11'30"

WA : water absorption; DDT : dough development time

반죽형성시간은 표준조건하에서 반죽이 최대밀도에 도달하는 시간이다(22). 새쌀보리의 경우, 무발아새쌀보리 복합분의 반죽형성시간은 대조구에 비해 감소한 반면에 20%,

30% 발아새쌀보리 복합분의 반죽형성시간은 대조구와 동일하였다. 새찰보리의 경우 무발아새찰보리 복합분의 반죽형성시간도 무발아새쌀보리 복합분과 마찬가지로 대조구에 비해 감소하였다. 그러나 발아새찰보리 복합분의 반죽형성시간은 첨가량이 증가할수록 크게 증가하였다. 반죽형성시간의 증가는 수화속도와 글루텐형성 속도의 감소를 의미한다.

안정도는 반죽이 최대 밀도를 유지하는 기간을 의미하며 반죽의 힘(저항도)을 나타내는 좋은 지표이다. 보릿가루 첨가 복합분의 안정도는 보릿가루의 종류에 관계없이 10% 첨가구에서는 20분 이상으로 대조구와 같았으나, 30% 첨가구에서는 9'30"~13'30"로 대조구에 비하여 크게 감소하였으며 발아보리 복합분에서 감소폭이 더 컸다. Lindborg 등(23)은 반죽의 힘이 강하면 높은 안정도를 갖고 힘이 약하면 낮은 안정도를 가지면서 제빵성이 떨어져 빵의 부피가 감소한다고 보고한 바 있다. 이러한 결과는 김 등(24)의 밀과 쌀보리 복합분이 밀가루의 흡수율을 증가시키고 반죽의 안정성을 감소시킨다는 보고와 유(25)의 찰쌀보리가루를 10% 첨가한 혼합분의 안정도는 강력분과 차이가 없었으나 20%, 30% 혼합분에서는 감소되었다는 보고와 같은 경향이 있었다. 반죽은 글루텐 그물이 전분입자로 채워지는 것으로 생각된다(26). 그러므로 밀가루 이외의 다른 재료를 첨가하면 망상조직의 불연속성을 증가시키므로 반죽이 약화된다(27). 보릿가루가 30% 이상 첨가된 반죽의 안정도는 매우 약해져서 과반죽 상태가 되기 쉬우므로 반죽시간, 발효시간 등의 조절과 반죽 강화제 등을 사용하여 이와 같은 문제점을 보완하는 것이 필요하리라 사료된다.

Extensograph 특성

보릿가루 첨가량을 달리한 복합분의 extensograph 특성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 신장도는 대조구에서 229 mm인데 비하여 보릿가루 첨가 복합분에서는 87 mm~172 mm로 대조구에 비하여 크게 감소하였으며 첨가량이 증가할수록 감소폭도 컸다. 새쌀보리 복합분의 경우 발아 복합분보다 무발아 복합분의 신장도 감소가 컸으나 새찰보리 복합분에서는 발아 복합분과 무발아 복합분 사이에 큰 차이는 없었다. 밀가루에 멥쌀가루, 찰쌀가루를 혼합한 경우 신장성 및 신장저항성이 모두 감소되었고(28), 유(25)는 흰찰쌀보리 혼합분의 신장도가 감소하였다고 하였으며 최(29)도 보리등겨 첨가 반죽의 신장도가 감소하였다고 하였다. 반죽의 신장도는 가스 세포들의 세포막 파열을 막기 위해 충분한 오븐팽창을 허용하기 위해 충분해야 한다(30). 따라서 보릿가루의 첨가로 인한 신장도 감소는 반죽의 가스 보유력과 발효 내구력을 약화시켜 제빵적성을 저하시킬 것이다.

반죽의 저항도는 새쌀보리 복합분의 경우 모든 복합분(290 mm~550 mm)에서 대조구(230 mm)에 비하여 증가하

였는데, 무발아새쌀보리 복합분의 저항도는 첨가량이 증가함에 따라 저항도도 증가한 반면 발아새쌀보리 복합분의 저항도는 증가하다가 감소하였다. 새찰보리 복합분의 경우 반죽의 저항도는 모든 복합분(250 mm~490 mm)에서 대조구에 비하여 증가하였으며 첨가량이 증가할수록 저항도도 증가하였다. 발아보리 복합분과 무발아보리 복합분을 비교하면 10%, 20% 복합분에서는 발아보리 복합분의 저항도가 큰 반면에 30% 복합분에서는 무발아보리 복합분의 저항도가 더 컸다. 반죽의 신장저항도는 글리아딘과 글루테닌의 비율 및 신장도와 높은 상관관계가 있는데(31) 즉, 글리아딘의 점성은 신장도에, 글루테닌은 신장저항성을 나타내어 이들의 균형이 제빵성에 영향을 준다(32).

Table 5. Extensograph properties of barley-wheat flour blends (135 min)

Sample	Registance(R) (BU)	Extensibility(E) (min)	R/E ratio
Control	230	229	1.00
Saesalbori (%)	10	290	1.68
	20	345	2.78
	30	550	6.32
Germinated Saesalbori (%)	10	360	2.22
	20	400	2.63
	30	315	2.60
Control	230	229	1.00
Saechalbori (%)	10	250	1.63
	20	390	3.00
	30	490	4.30
Germinated Saechalbori (%)	10	310	1.76
	20	420	3.23
	30	465	4.12

R/E 비는 대조구에 비하여 보릿가루 첨가 복합분에서 모두 증가하였다. 10% 복합분의 R/E 비는 1.68~2.22로 대조구의 1.00과 비슷하였으나 20%, 30% 복합분에서는 2.63~6.32로 크게 증가하였다. 이러한 결과는 Hosney 등(33)의 밀가루 반죽은 발효에 의하여 탄성과 점성이 증가되며 신장도는 감소하고 신장저항도는 증가한다는 보고 및 전립분 혼합분이나 메밀가루 혼합분에서는 이들 가루의 입자가 작고 고운 것보다는 거친 입자 상태나 총식이섬유 함량이 높은 혼합분에서 신장저항도가 높게 나타났다(32,34)는 보고와 일치하는 것으로 보릿가루 첨가 복합분의 신장도 감소와 저항도 증가는 밀단백질의 희석 및 식이섬유 함량과 관련된 것이 아닌가 생각된다. 더불어 보릿가루 첨가 복합분의 R/E 값이 증가한 것은 김(35)이 밀기울 첨가 반죽의 물리적 특성에서 보고한 것처럼 단백질과 결합된 수분이 보릿가루로 재이동함으로써 반죽의 경직현상으로 저항도

가 높아져 R/E 값이 증가된 것으로 보인다. 따라서 이는 밀가루 반죽에서 글루텐 숙성으로 인해 저항도가 증가되는 현상과는 다른 것으로 생각된다.

빵의 품질 특성

보릿가루의 종류와 첨가비율에 따른 빵의 특성은 Table 6과 같다. 대조구의 무게는 440 g, 부피는 1,755 mL로 가장 큰 비용적(3.98 mL/g)을 보였다. 새쌀보리 첨가구와 새찰보리 첨가구 모두 첨가량이 증가할수록 무게는 대조구보다 증가한 반면 빵의 부피는 감소하여 비용적은 대조구보다 감소하였다. 새쌀보리의 경우에 10% 첨가 시 무발아새쌀보리 첨가구와 발아새쌀보리 첨가구의 부피와 비용적의 감소는 유사하였으나 첨가량이 증가하면 발아새쌀보리 첨가구에 비해 무발아새쌀보리 첨가구의 부피와 비용적 감소가 컸다. 새찰보리의 경우에 10% 발아새찰보리 첨가구는 부피 1,702 mL, 비용적 3.79 mL/g로 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았으나 나머지 첨가구의 부피와 비용적은 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였다. 무발아보리와 발아보리 첨가구를 비교하면 10%, 20% 첨가구에서는 발아보리 첨가구의 부피와 비용적이 무발아보리 첨가구의 경우보다 컸으나 부피와 비용적의 급격한 감소를 보인 30% 첨가구에서는 무발아보리 첨가구와 발아보리 첨가구 간에 차이를 보이지 않았다. 30% 첨가구들은 extensograph 결과 반죽의 가스 포집능력과 관련이 매우 깊은 R/E 비율이 4.0 이상으로 신장도에 비하여 저항도가 지나치게 큰 반죽특성을 보였고 이는 조직이 다소 치밀하지 못하여 가스 보유력이 낮아지고 팽창력은 감소하여 부피가 감소될 것으로 예측된 것과 일치하는 결과라 하겠다. 전반적으로 보면 새찰보리 첨가구와 발아보리 첨가구의 비용적이 각각 새쌀보리 첨가구와 무발아보리 첨가구의 비용적보다 컸다.

굽기 손실은 11.92%를 나타낸 대조구에서 가장 컸고, 무발아 새쌀보리 > 발아 새찰보리 > 발아 새쌀보리 > 무발아 새찰보리 순이었다. 이는 보릿가루 첨가 복합분의 글루텐 희석효과(36)와 β-글루칸과 같은 비전분다당류 및 식이섬유 함량의 증가로 인하여 반죽의 신장성은 감소하고 수분 흡수율은 증가한 결과라 할 수 있다. 즉 글루텐 그물망의 약화로 인한 반죽의 이산화탄소 보유능력 감소는 빵의 부피 감소를 초래하고(37,38), 반죽의 수분 보유율 증가는 굽기 손실의 감소, 빵의 무게 증가로 이어져 빵의 비용적이 감소된 것이라 생각된다. 빵 속살의 색도 측정 결과(Table 6)는 새쌀보리 10%, 20% 첨가구와 새찰보리 10% 첨가구에서 빵 속살의 L 값은 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았으나 나머지는 대조구보다 어두운 색을 나타내었다. Baik(39)은 폴리페놀과 폴리페놀산화효소가 반죽의 퇴색에 영향을 준다고 하였고, Hung 등(40)도 보리의 높은 페놀함량이 보리 제품의 색에 부정적인 영향을 끼친다고 하였다.

Table 6. Physical properties of bread added with different types barley at various ratios

Sample		Loaf weight (g)	Baking loss (g)	Loaf volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Lightness (L*)
Control		440.40±3.68 ^d	11.92±0.74 ^a	1755.00±63.64 ^a	3.98±0.11 ^a	73.39±2.48 ^a
Saesalbori (%)	10	448.95±1.06 ^c	10.21±0.21 ^b	1515.00±21.21 ^b	3.37±0.06 ^b	71.74±2.70 ^{ab}
	20	450.55±1.91 ^c	9.89±0.38 ^b	1315.00±7.07 ^c	2.92±0.00 ^b	71.72±1.29 ^{ab}
	30	456.90±0.85 ^b	8.62±1.70 ^c	942.50±17.68 ^d	2.06±0.04 ^d	68.97±3.38 ^b
Germinated Saesalbori (%)	10	457.85±1.63 ^{ab}	8.43±0.33 ^{cd}	1585.00±84.85 ^b	3.46±0.17 ^b	73.86±3.07 ^a
	20	456.10±1.56 ^b	8.78±0.31 ^c	1492.50±10.61 ^b	3.27±0.01 ^b	71.67±2.09 ^{ab}
	30	461.75±1.20 ^a	7.65±0.24 ^d	1262.50±24.75 ^c	2.73±0.05 ^c	69.48±2.80 ^b
Control		440.40±3.68 ^e	11.92±0.74 ^a	1755.00±63.64 ^a	3.98±0.11 ^a	73.39±2.48 ^{ab}
Saechalbori (%)	10	458.80±0.42 ^{bc}	8.24±0.08 ^{cd}	1645.00±35.36 ^b	3.59±0.08 ^c	73.78±1.75 ^a
	20	461.30±0.14 ^b	7.74±0.03 ^d	1412.50±24.75 ^d	3.06±0.05 ^e	71.32±1.86 ^{bcd}
	30	467.25±4.31 ^a	6.55±0.86 ^e	1120.00±7.07 ^e	2.40±0.04 ^f	68.55±1.34 ^e
Germinated Saechalbori (%)	10	449.75±1.48 ^d	10.05±0.30 ^b	1702.50±3.54 ^{ab}	3.79±0.00 ^{ab}	72.36±1.56 ^{abc}
	20	455.15±0.78 ^{cd}	8.97±0.16 ^{bc}	1505.50±7.07 ^c	3.31±0.01 ^d	69.46±1.64 ^{de}
	30	458.25±2.33 ^{bc}	8.35±0.47 ^{cd}	1091.00±29.70 ^e	2.38±0.08 ^f	70.35±0.95 ^{de}

Different letters in the same column indicate significant different at $p < 0.05$

빵의 조직감 특성

보릿가루의 종류와 첨가비율에 따른 빵의 조직감 특성을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 새쌀보리의 경우 10% 첨가구는 탄력성, 응집성, 점착성 및 과쇄성은 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나 경도는 대조구에 비해 증가하였다. 20%, 30% 첨가구는 탄력성과 응집성은 대조구에 비해 감소한 반면 점착성, 과쇄성 및 경도는 대조구보다 증가하였다. 발아새쌀보리 첨가구는 무발아새쌀보리 첨가구에 비

하여 탄력성과 응집성의 증가는 크지 않았으나 점착성, 과쇄성 및 경도는 크게 감소하였다. 높은 탄력성과 응집성, 낮은 경도와 점착성은 빵의 품질을 증진시킬 수 있다(41)고 보고된 바 메성보리인 새쌀보리는 발아에 의하여 제빵적성이 향상된 것으로 생각된다.

새찰보리의 경우 10% 첨가구는 모든 항목에서, 20% 무발아새찰보리 첨가구는 응집성을 제외한 탄력성, 점착성, 과쇄성 및 경도에서 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았

Table 7. Texture characteristics of bread added with different types barley at various ratios

Sample		Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)	Hardness (g/cm ²)
Control		94.53±1.74 ^a	85.00±2.83 ^a	127.66±19.40 ^c	11552.95±1516.96 ^d	84.82±18.32 ^c
Saesalbori (%)	10	93.26±0.45 ^{ab}	81.23±2.24 ^{ab}	189.45±32.92 ^{cd}	17671.14±3083.45 ^{cd}	117.60±18.20 ^d
	20	90.83±2.11 ^{bc}	76.67±3.98 ^b	254.73±54.77 ^b	27825.17±9653.76 ^b	158.00±30.12 ^{bc}
	30	83.73±1.97 ^d	70.15±1.29 ^c	548.86±72.74 ^a	45841.75±4985.40 ^a	341.00±39.06 ^a
Germinated Saesalbori (%)	10	93.67±1.76 ^{ab}	84.08±4.75 ^a	169.67±44.93 ^{de}	15845.99±4005.61 ^{cd}	125.00±20.40 ^{cd}
	20	92.11±3.34 ^{ab}	81.92±6.48 ^{ab}	217.08±35.57 ^{abc}	20018.39±3553.78 ^c	138.00±20.77 ^{bcd}
	30	89.18±0.71 ^c	78.01±2.13 ^b	240.66±23.81 ^{ab}	21456.58±2019.52 ^{bc}	169.25±7.32 ^b
Control		94.53±1.74 ^a	85.00±2.83 ^a	127.66±19.40 ^c	11552.95±1516.96 ^c	84.82±18.32 ^c
Saechalbori (%)	10	90.47±2.32 ^{ab}	81.08±2.84 ^{ab}	155.96±20.00 ^{bc}	14109.28±1821.06 ^c	100.32±13.57 ^{bc}
	20	90.29±2.68 ^{ab}	77.07±3.67 ^{bc}	142.15±20.17 ^{bc}	13218.24±1682.80 ^{bc}	106.80±14.29 ^{bc}
	30	87.72±5.63 ^{bc}	80.68±9.61 ^{ab}	209.09±63.24 ^b	18076.64±4441.09 ^b	179.00±15.72 ^a
Germinated Saechalbori (%)	10	91.61±1.83 ^{ab}	81.11±4.21 ^{ab}	169.04±47.00 ^{bc}	15238.09±4091.0 ^{abc}	83.99±13.33 ^c
	20	89.40±3.29 ^{bc}	76.65±6.33 ^{bc}	205.98±86.88 ^b	18205.76±7003.27 ^b	119.22±39.84 ^b
	30	84.98±0.83 ^c	71.89±1.89 ^c	296.63±23.70 ^a	25195.34±1813.38 ^a	166.18±12.29 ^a

Different letters in the same column indicate significant different at $p < 0.05$

다. 30% 첨가구는 새쌀보리 첨가구와 마찬가지로 탄력성과 응집성은 대조구보다 감소한 반면 점착성, 파쇄성 및 경도는 대조구보다 증가하였다. 발아새찰보리 첨가구는 무발아새찰보리 첨가구에 비하여 탄력성, 응집성 및 경도는 약간 감소한 반면 응집성과 파쇄성은 크게 증가하여 찰성보리인 새찰보리는 발아에 의하여 오히려 제빵적성이 감소된 것으로 생각된다. Chabot(42)와 Eskin(43)은 빵의 경도에 미치는 요인으로 빵의 수분 함량, 기공의 발달정도 및 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달된 빵은 부피가 크고 부드러움이 증가하여 경도가 낮다고 하였다. Jung 등(44)은 빵의 감촉에 영향을 미치는 인자 중의 하나인 수분함량이 높을수록 촉촉하고 부드러우며 빵의 노화를 감소시킨다고 하였다.

보릿가루 첨가구의 경도가 대조구에 비해 증가한 것은 보릿가루 첨가로 인한 빵의 부피 감소로 내상의 기공이 작고 조밀하며 두꺼운 세포벽을 가져 경도가 높아진 것으로 보인다. 점착성 및 파쇄성도 보릿가루 첨가량이 많을수록 증가하여 빵이 더 단단해짐을 보였다.

전체적으로 볼 때 보릿가루 10% 첨가구는 대조구와 조직감 특성에서 유의적 차이를 보이지 않았으나, 30% 첨가구는 모든 항목에서 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 보릿가루의 종류별로 볼 때 대조구와 가장 유사한 품질을 나타낸 것은 새찰보리 첨가구로서 10%, 20% 첨가구는 대조구와 유의적인 품질 차이를 보이지 않았다. 따라서 보릿가루의 종류에 따라 20% 까지는 빵의 품질 저하 없이 대체할 수 있을 것으로 보이거나 30% 첨가 시에는 빵의 품질이 크게 떨어져 제빵개량제나 글루텐 등을 첨가하여 제빵적성을 향상시켜야 할 것으로 생각된다.

관능검사

보릿가루의 종류와 첨가비에 따른 빵의 관능검사 결과는 Table 8과 같다. 새쌀보리의 경우 10% 무발아새찰보리 첨가구는 외관, 10% 발아새찰보리 첨가구는 조직감에서는 약간 낮은 평가를 받았지만 나머지 항목에서는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 30% 첨가구는 모든 항목에서 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 점수를 받았다. 무발아새찰보리 첨가구(10%, 20%)는 빵 속살의 조직감에서 발아새찰보리 첨가구보다 좋은 평가를 받았지만, 외관, 향, 빵 속살의 색, 입에서의 감촉 및 전반적인 기호도는 발아새찰보리 첨가구가 더 좋은 평가를 받았다.

새찰보리의 경우 10% 첨가구는 모든 항목에서 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 20% 무발아새찰보리 첨가구는 향과 입안에서의 촉감은 대조구와 차이를 보이지 않았고 외관, 빵 속살의 조직감, 빵 속살의 색 및 전반적인 기호도는 대조구에 비하여 약간 감소하였지만 전반적인 기호도로 볼 때 10% 새쌀보리 첨가구와 차이를 보이지 않았다. 20%, 30% 발아새찰보리 첨가구는 모든 항목에서 대조구에 비해 낮은 점수를 받았다.

전반적으로 보면 보릿가루 첨가구는 대조구에 비하여 외관과 빵 속살의 조직감에서 가장 큰 차이를 보였는데 이는 보릿가루 첨가구의 비용적 감소 및 경도 증가와 관련된 결과라 생각된다. 새쌀보리의 경우 발아 첨가구가 무발아 첨가구보다 더 좋은 평가를 받았고, 새찰보리의 경우 무발아 첨가구가 발아 첨가구보다 더 좋은 평가를 받았다. Shfali 등(45)과 Swanson 등(46)은 보릿가루를 15~20% 첨가한 빵은 빵의 부피 감소, 어두운 색, 낮은 조직감을 나타냈다고 한 바 본 연구의 결과와 유사하였다.

Table 8. Sensory scores of bread added with different types barley at various ratios

Sample	Appearance	Flavor	Crumb texture	Crumb color	Mouth feeling	Overall acceptance	
Control	4.60±0.51 ^a	3.53±0.83 ^a	4.27±0.59 ^a	4.47±0.64 ^a	3.93±0.70 ^a	4.25±0.70 ^a	
Saesalbori (%)	10	3.76±1.20 ^b	3.47±1.12 ^a	3.82±0.8 ^{ab}	4.21±0.81 ^a	3.59±1.06 ^{abc}	
	20	2.85±0.89 ^c	2.97±0.87 ^{ab}	3.18±0.88 ^{cd}	3.15±0.86 ^b	3.09±0.97 ^c	
	30	1.71±1.21 ^d	2.32±0.98 ^b	2.35±0.99 ^e	2.18±0.95 ^c	2.82±1.07 ^b	2.29±1.16 ^d
Germinated Saesalbori (%)	10	4.09±0.83 ^{ab}	3.44±1.09 ^a	3.68±0.81 ^{bc}	4.09±0.67 ^a	3.76±0.66 ^a	3.91±0.71 ^{ab}
	20	3.62±0.99 ^b	3.21±0.92 ^a	3.09±0.67 ^d	3.06±0.75 ^b	3.50±0.87 ^a	3.32±0.92 ^{bc}
	30	3.47±1.12 ^{bc}	2.94±1.14 ^{ab}	3.03±0.76 ^d	2.82±0.73 ^b	2.79±0.88 ^b	3.09±0.71 ^c
Control	4.60±0.51 ^a	3.53±0.83 ^a	4.27±0.59 ^a	4.47±0.64 ^a	3.93±0.70 ^a	4.25±0.70 ^a	
Saechalbori (%)	10	4.40±0.51 ^a	3.53±0.99 ^a	3.93±0.59 ^{ab}	4.27±0.70 ^a	3.93±0.70 ^a	3.86±0.66 ^{ab}
	20	3.47±0.74 ^b	3.07±0.59 ^{ab}	3.47±0.74 ^{bc}	3.47±0.64 ^b	3.87±0.83 ^a	3.50±0.52 ^{bc}
	30	2.33±0.89 ^c	3.00±1.07 ^{ab}	2.80±0.86 ^{de}	2.47±1.06 ^c	2.80±1.01 ^{bc}	2.43±0.85 ^d
Germinated Saechalbori (%)	10	4.20±0.68 ^a	3.67±0.72 ^a	3.87±0.83 ^{ab}	4.07±0.59 ^a	3.93±0.88 ^a	3.79±0.67 ^{ab}
	20	3.20±1.01 ^b	2.73±0.96 ^b	3.13±0.74 ^{cd}	3.13±0.64 ^b	3.13±0.74 ^b	3.07±0.61 ^c
	30	2.07±0.88 ^c	2.67±1.05 ^b	2.33±1.18 ^c	2.27±1.16 ^c	2.27±1.10 ^c	2.21±1.05 ^d

1: very bad; 2: rather bad; 3: neither good or bad; 4: rather good; 5: very good
Different letters in the same column indicate significant different at p<0.05

요 약

보리를 제빵에 이용하기 위하여 새쌀보리와 새찰보리 가루를 첨가한 복합분의 반죽물성과 제빵 특성을 조사하였다. 호화특성의 최고점도는 새쌀보리 복합분에서는 증가하였지만 새찰보리 복합분의 경우는 감소하였다. 반죽의 안정도는 10% 복합분에서는 대조구와 동일하였으나 30% 복합분에서는 대조구에 비해 크게 감소하였다. Extensograph 특성 조사 결과 대조구에 비하여 복합분의 신장도는 감소한 반면 저항도는 증가하였다. 빵의 무게와 부피는 보릿가루 첨가량이 증가할수록 무게는 증가하고 부피는 감소하였다. 새쌀보리 첨가구보다 새찰보리 첨가구, 무발아보리 첨가구보다 발아보리 첨가구의 비용적이 더 컸다. 빵 속살의 L값은 10%, 20% 첨가구는 대조구와 차이가 없었다. 조직감 특성은 새쌀보리의 경우 10% 첨가구는 경도의 증가를 제외하고는 대조구와 차이가 없었고, 새찰보리의 경우 10% 첨가구는 모든 항목에서, 20% 무발아새찰보리 첨가구는 응집성을 제외한 탄력성, 점착성, 파쇄성 및 경도에서 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았다. 관능평가 결과 10% 첨가구는 대조구와 유의적 차이가 없었으며, 20% 첨가구도 제빵 품질에 큰 영향을 주지 않고 첨가할 수 있는 수준이라 판단되었다. 반죽의 물성과 빵의 품질 특성 조사 결과 메성보리인 새쌀보리는 발아시킴으로써 제빵적성이 좋아졌으나 찰성보리인 새찰보리는 발아시킴으로써 제빵적성이 감소되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

- Baiano A, Romaniello R, Lamacchia C, Notte EL (2009) Physical and mechanical properties of bread loaves produced by incorporation of two types toasted durum wheat flour. *J Food Eng*, 95, 199-207
- Dewettnick K, Van Bockstaele F, Kuhne B, Van de Walle D, Courtens TM, Gellynck X (2008) Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *J Cereal Sci*, 48, 243-247
- Shittu TA, Aminu RA and Abulude EO (2009) Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23, 2254-2260
- Gupta M, Abu-Ghannam N, Gallagher E (2010) Barley for brewing: Characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products. *Food Sci Food Saf*, 9, 318-328
- Gill S, Vasanthan T, Ooraikul B, Rossnagel B (2002) Wheat bread quality as influenced by the substitution of waxy and regular barley flours in their native and extruded forms. *J Cereal Sci*, 36, 219-237
- Nkama I, Ikwelle MC (1998) Assessment of food quality of millet grain in: Emechese AM, Ikwelle MC, Ajayi D, Amina-kano M, Anaso AB (Eds). *Pearl millet in Nigerian agriculture: Production, utilization and research priorities*. Proceedings of the pre-season national coordination and planning meeting of the nationally coordinated research programme on pearl millet, Maiduguri, 21-24th April, 1997. Lake Chad Research Institute, Maiduguri, Nigeria, 177-178
- Marero LM, Payumo E, Librando E, Lainez W, Gopez M, Homma S (1989) Technology of weaning food formulations prepared from germinated cereals and legumes. *J Food Sci*, 53, 1391-1395
- Marero LM, Payumo E, Aguinaldo AR, Homma S (1989) Nutritional characteristics of weaning foods prepared from germinated cereals and legumes. *J Food Sci*, 53, 1399-1402
- Hansen M, Pederdorn B, Munck L, Eggum BO (1989) Weaning foods improved energy and nutrient density prepared from germinated cereals. I. Preparation of dietary bulk of gruels based on barley. *Food Nutr Bull*, 11, 40-44
- Jung DH (2006) The method of self resolution to whole barley organization by activated germinate substances and a product by them. Korean Patent: Registration No 1008178300000
- AACC (2000) Method 22-10. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed, The Association, St Paul, MN, USA
- AACC (2000) Method 254-21. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed, The Association, St Paul, MN, USA
- AACC (2000) Method 54-10. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed, The Association, St Paul, MN, USA
- Park JH, Na WS, Kang GJ, Kim K, Kim SK (1998) Comparison of physicochemical properties of arrowroot starches harvested in different time. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 97-102
- Lim EJ, Lee YH, Huh CO, Kwon SH, Kim JY, Han

- YB (2007) Rheological properties of bread dough added with *Enteromorpha intestinalis*. Korean J Food Sci Technol, 39, 652-657
16. Hui YH (2006) Food biochemistry and food processing. Wiley-Blackwell, p 583-584
 17. Kim YS, Lee YT, Seog HM (1999) Physicochemical properties of starches from waxy and non-waxy hullless barleys. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol, 42, 240-245
 18. Lee MJ, Lee NY, Kim YK, Kim JG, Hyun JN, Choi JS, Kim KJ, Kim HS (2009) Cooking and pasting properties of spilt and pressed barley. Korean J Food Preserv, 16, 830-837
 19. Boycioglu, MH, D'Appolonea, BL (1994) Characterization and utilization of durum wheat for breadmaking. I. Comparison of chemical, rheological and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. Cereal Chem, 71, 21-28
 20. Cho MK, Lee WJ (1996) Preparation of high fiber bread with barley flour. Korean J Food Sci Technol, 28, 702-706
 21. Knuckles BE, Hudson CA, Chiu MM, Sayre RN (1997) Effect of β -glucan barley fractions in high fiber bread and pasta. Cereal Food World, 42, 94-99
 22. Sahin S, Sumnu SG (2006) Physical Properties of Foods. Springer, p 96
 23. Lindborg KM, Tragardh C, Eliasson AC, Dejmeck P (1997) Time resolved shear viscosity of wheat flour dough - Effect of mixing, shear rate and resting on the viscosity of different flours. Cereal Chem, 74, 49-55
 24. Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, D'Appolonia BL, Marston PE (1978) Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. Korean J Food Sci Technol, 10, 247-251
 25. Ryu CH (1999) Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour. 1. Rheological properties of dough made with waxy barley-wheat flour mixture. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 1034-1043
 26. Edwards NM, Dester JE, Scanlon MG (2002) Starch participation in durum dough linear viscoelastic properties. Cereal Chem, 79, 850-856
 27. Manthey FA, Yalla SR, Dick TJ, Badaruddin M (2004) Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour. Cereal Chem, 81, 232-236
 28. Kwon HR, Ahn MS (1995) A study on rheological and general baking properties of bread and their rusks prepared of various cereal flours (I). Korean J Soc Food Sci, 11, 479-486
 29. Choi UK, Yoo BH, Son DH, Kwon DJ, Kim MH, Kim YH (2005) Rheological properties of dough added with barley bran. Korean J Food Sci Technol, 37, 751-756
 30. Bloksma AH (1990) Rheology of the breadmaking process. Cereal Foods World, 35, 219-286
 31. Schropp P, Wieser H (1996) Effect of high molecular weight subunits of glutenin on the rheological properties of wheat gluten. Cereal Chem, 73, 410-413
 32. Chung JY, Kim CS (1998) Development of buck-wheat bread. I. Effects of vital gluten and water soluble gums of dough rheological properties. Korean J Soc Food Sci, 14, 140-147
 33. Hosenev RC, Hus KH, Junge RC (1979) A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. Cereal Chem, 56, 141-152
 34. Kim YH, Choi KS, Son DH, Kim JH (1996) Rheological properties of dough with whole wheat flour. J Korean Soc Food Sci Nutr, 25, 817-823
 35. Kim YH (1998) Rheological properties of dough added with wheat bran. J Korean Soc Food Sci Nutr, 27, 1125-1131
 36. Pomeranz Y, Shogren MD, Finney KF, Bechtel B (1977) Fiber in breadmaking effects on functional properties. Cereal Chem, 54, 25-29
 37. Lynch EJ, Bello FD, Sheehan EM, Cashman KD, Arendt EK (2009) Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. Food Res Int, 42, 885-891
 38. Sharma HR, Chauban GS (2000) Physico-chemical and rheological quality characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum graecum L.*) supplemented wheat flour. J Food Sci Technol, 37, 87-90
 39. Baik BK, Ullrich SE, Quinde-Axtell Z (2008) Polyphenol, polyphenol oxidase and discoloration of barley-based food product, in color quality of fresh and processed foods. American Chemical Society, p 388-414
 40. Hung PV, Maeda T, Morita N (2007) Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution. Food Res Int, 40, 273-279
 41. Tong Q, Zhang X, Wu F, Tong J, Zhang P, Zhang J (2010) Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. Food Res Int, 43, 2284-2288
 42. Chabot JF (1976) Preparation of food science for SEM. Scanning Electron Microsc, 3, 279-283
 43. Eskin NAM (1990) Biochemistry of food processing. In: Biochemistry of foods. 2nd ed Academy Press, New York

- NY USA, p 335
44. Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS (1999) Effect of leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of bread. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 113-117
45. Shfali D, Sudesh J (2004) Effect of flour blending on functional, baking and organoleptic characteristics of bread. Int J Food Sci Technol, 39, 213-222
46. Swanson RB, Penfield MP (1988) Barley flour level and salt level selection for a whole-grain bread formula. J Food Sci, 53, 896-901

(접수 2012년 1월 10일 수정 2012년 2월 28일 채택 2012년 5월 4일)