

흑미를 첨가한 반죽의 발효와 식빵의 품질

오영애 · 김미향 · 김순동

대구가톨릭대학교 응용과학부 식품공학전공

Fermentation of Dough and Quality of Bread with Korean Pigmented Rice

Young Ae Oh, Mee Hyang Kim and Soon Dong Kim

Dept. of Food Sci. and Technol., Catholic University of Daegu

Abstract

This study was conducted to investigate the characteristics of dough and bread prepared by a Korean pigmented rice(KPR). The fermentation of the dough was promoted with a lower pH. Though the springiness and gumminess of the dough were low, but it was more tender and moist than that of control. Color of the bread showed red wine and the acceptability of the bread was higher than control evaluated by sensory test. The tissue of the bread has more small particles of starch than that of control and it was densely populated. The distribution tendency of the starch particles in the tissue of the bread was the more apparent in the KPR. And big starch particles like lens were observed in the dough with 10% of KPR. Mouth feeling of the bread was more sticky but, it was little clogging.

Key words: Korean pigmented rice, dough, bread, quality.

I. 서 론

빵의 재료로는 주로 밀이 사용되었으나 미국의 재고량이 높아지고 소비량이 감소됨에 따라 빵재료로서 쌀에 관한 연구¹⁾가 이루어졌으며 또한 빵의 영양성을 높이기 위한 방안으로 보리 등 잡곡류를 이용한 빵제조 연구가 보고되었다²⁾. 최근에는 성인병예방과 노화방지에 대한 관심이 높아짐에 따라 기능성 재료로서 녹차, 올무, 부추, 신선초 및 솔잎을 첨가한 빵에 대한 연구가 보고되었다^{3~6)}. 흑미는 2000년 전

부터 중국 광동과 운남지방에서 재배되었던 곡물로 중국에서는 궁중 진상품으로 알려져 있다^{7,8)}. 흑미에는 항산화 기능이 있는 아름다운 천연색 상성분인 anthocyanin계 색소가 함유되어 있으며 그 주성분은 cyanidin-3-glucoside로 이를 기능성의 천연색소로 이용코자 하는 연구들이 이루어지고 있다⁹⁾. 또, 쟤기와 독특한 향을 지닐 뿐만 아니라 다양한 무기질과 단백질 함량이 높고 DNA 손상억제 및 항암작용¹⁰⁾이 있는 것으로 알려져 식혜, 면 및 술 제조 등 식생활에 활용이 확대되고 있다^{11~13)}. 본 연구에서는 흑미에 함유되어 있는 기능성의 아름다운 색소를 다양

하게 활용하기 위한 일환으로 흑미의 첨가가 반죽의 발효와 빵의 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

밀가루는 대한제분 강력분, 설탕은 대한설탕, 쇼트닝은 삼립유지 코코쇼트닝, 소금은 천일염, 이스트는 고당용 생이스트(Jenico Foods Co. Ltd), 분유는 서울우유, 흑미는 충북 괴산 농협에서 판매하고 있는 2001년산 흑미(*Oryza sativa* var. Sowon 415)를 구매하여 사용하였으며 15°C의 수돗물로 24시간 불린 후 100 mesh로 빻아 실온에서 건조시켜 사용하였다.

2. 식빵의 재료 배합비

식빵제조에 사용된 재료는 Table 1과 같이 밀가루 100에 대하여 물 61.5, 이스트 4, 이스트푸드 0.2, 설탕 5, 쇼트닝 4, 분유 3, 소금 2의 비율로 혼합하여 대조 구로 하였으며 흑미는 밀가루에 대하여 3, 5, 10%량을 첨가하였다.

3. 식빵의 제조

식빵의 제조는 직접반죽법¹⁴⁾으로 하였다. 즉 쇼트닝을 제외한 전 재료를 믹싱볼에 넣고 반죽기(삼일전기)를 사용하여 저속으로 2분, 고속으로 6분간 반죽하였으며, 클린업 상태에서 쇼트닝을 투입하고 다시 고속으로 8분간 반죽하였다. 이때 반죽의 온도는 모

두 27±1°C로 유지시켰다. 1차 발효는 30±1°C, 습도 75~80%에서 40분간 발효시킨 후 180 g씩 분할하여 실온에서 10~15분간 중간 발효시켰다. 가스를 제거하고 성형한 후 38±1°C, 습도 85~95%에서 20×10×10cm크기의 팬 위로 반죽이 0.5cm 덜 올라온 시점까지 2차 발효시켜 온도는 200°C, 밀불온도 180°C로 하여 30분간 구웠다. 구워진 빵은 팬에서 꺼내어 식힘망 위에서 60분간 식힌 뒤 실험에 사용하였다.

4. 수분 흡수력 및 pH 측정

수분 흡수력은 Collins와 Post⁵⁾의 방법으로 시료 1 g에 중류수 25 mL를 첨가하여 30분간 교반한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 분리된 액의 부피를 측정하였다. pH는 수분 흡수율 측정시 분리된 액의 pH를 측정하였다.

5. Dough의 부피

반죽 100 g을 취하여 500 mL 비이커에 담고 1차 발효 후 둥글게 올라온 윗부분을 평평하게 하여 높이를 측정하였으며 발효 전 반죽에 대한 백분율로 표시하였다.

6. 굽기 손실률

식빵의 굽기 손실률은 2차 발효 후 반죽의 무게에 대하여 구운 후 실온에서 식힌 식빵무게와의 차이를 굽기 손실률로 하였다. 굽기 손실률의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{굽기 손실률 } (\%) = \frac{\text{반죽의 무게(g)}}{\text{식빵의 무게(g)} \times 100}$$

$$= \frac{\text{반죽의 무게(g)}}{\text{식빵의 무게(g)} \times 100}$$

7. 색상 측정

식빵의 중심부를 5×5×2cm 크기로 잘라 색차계(Minolta CR-200, Japan)로 L, a, b값을 측정하였다.

8. 텍스쳐 측정

Reometer(Compac-100, Sun Scintific Co. Ltd., Japan)를 사용하여 식빵의 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 경도(hardness), 파쇄성(brittleness)을 3회 반복 측정하여 평균값으로

Table 1. Experimental plots and compositions of materials

Ingredients of material	Mixing ratio of black rice(%)			
	0	3	5	10
Flour	1000	970	950	900
Black rice	0	30	50	100
Water	615	615	615	615
Yeast	40	40	40	40
Yeast food	2	2	2	2
Sugar	50	50	50	50
Shotning	40	40	40	40
Milk powder	30	30	30	30
Salt	20	20	20	20

나타내었다. 측정조건은 sample width 30 mm, sample height 20 mm, sample depth 30 mm, sample moves 10,000 mm, table speed 60 mm/min, adapt area 0.79 cm²로 하였다.

9. Scanning Electron Microscope(SEM)

반죽의 경우는 1 g을, 식빵은 중심부를 0.5×0.5×0.5cm 크기로 잘라 각각 동결 건조 후 ion sputtering device(JFC-1100E, Japan)에서 Ag를 200Å 두께로 도금시킨 후 SEM(JSM 5410, Jeol)을 사용하여 가속 전압 10 Kv에서 각각 1500, 400배의 배율로 관찰하였다.

10. 관능검사

관능검사는 훈련된 복지회관 제과 제빵반 주부 30명을 패널로 하여 맛, 냄새, 외관, 색상에 대한 기호도 및 종합적인 기호도를 5점 체점법¹⁶⁾에 의하여 아주 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 아주 좋다(5점)로 평가하였다.

11. 통계처리

모든 실험은 3반복으로 행하여 평균치로 나타내었으며, SPSS 프로그램¹⁷⁾을 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 발효 특성

흑미첨가반죽의 반죽특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 1차 발효시킨 반죽의 pH는 흑미를 첨가경

우가 무첨가에 비하여 낮은 경향을 나타내었으며 반죽의 부피도 흑미의 첨가량이 많아질수록 팽창률이 높았다. 즉, 1차 발효시에는 흑미 첨가군에서 발효가 빠르게 진행되었으며, 2차 발효도 흑미첨가군이 무첨가에 비하여 발효에 소요되는 시간이 3~8분이나 단축되었다. 2차 발효 후 반죽의 pH는 흑미 3% 첨가구은 무첨가 5.23과 큰 차이를 보이지 않았으나 5 및 10% 첨가구는 각각 5.17, 5.19로 낮았다. Kim¹⁸⁾은 반죽의 pH가 낮을수록 가스 발생량이 많아지며 반죽의 부피가 증가한다고 하였다. 그러나 pH 4.0 이하로 되면 가스발생량과 반죽의 부피가 줄어진다고 하였다. 재료의 수분흡수력은 대조구에서는 49.7%이었으나 흑미 3, 5 및 10% 첨가구는 각각 39.1, 27.0 및 26.2%로 무첨가보다 낮은 흡수율을 나타내었다. Kim¹¹⁾은 아밀로오스 함량이 높은 쌀을 이용하였을 때 반죽부피의 증가가 커다고 하여 흑미첨가로 인하여 전분질의 함량이 증가된 본 실험의 결과와 관련이 있는 것으로 사료된다.

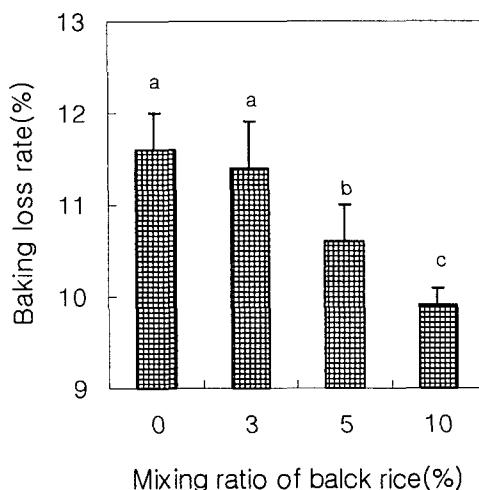
2. 굽기 손실률

2차 발효 후 반죽의 무게와 구운 후 식빵 무게의 차이를 백분율로 나타낸 굽기 손실률을 측정한 결과 (Fig. 1), 대조구는 11.6% 인데 비하여 흑미를 3, 5 및 10% 첨가한 경우는 각각 11.4, 10.6, 9.9%로 3% 첨가는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나 5, 10% 첨가는 대조구에 비하여 손실률이 낮았다. 굽기 손실률은 주로 수분증발에 의하여 일어나는 현상으로 일반적으로 동일조건의 반죽에서는 pH가 낮은 경우에 손실률이 높은 것으로 알려져 있으나 흑미첨가구에서 낮게 나타나는 현상은 반죽의 수분흡수

Table 2. Fermentative characteristics of dough with addition of black rice

Fermentation stages	Mixing ratio of black rice(%)				
	0	3	5	10	
pH	1st	5.41 ^a	5.32 ^b	5.23 ^c	5.20 ^d
	2nd	5.23 ^a	5.22 ^a	5.17 ^b	5.19 ^{ab}
Development volume(%)	1st	224.0 ^d	232.1 ^c	240.4 ^b	260.3 ^a
Fermentation time(min)	2nd	38.4 ^a	35.2 ^b	32.0 ^{bc}	30.2 ^c
Water absorption(%)	2nd	49.7 ^a	39.1 ^b	27.0 ^c	26.2 ^a

Values are mean of triplicates. Different letters (a-d) in the same low are significantly different at P<0.05.

**Fig. 1.** Baking loss rate of black rice bread.

율의 결과(Table 1)와 관련이 있는 것으로 사료된다.

3. 반죽과 식빵의 색상

흑미를 첨가한 반죽과 빵의 색상을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 L값은 무첨가에서는 88.01, 흑미 첨가군에서는 64.96~78.06으로 첨가농도가 증가 할수록 감소하는 경향을 보였으며, 반죽에서보다 빵에서 더 낮은 값을 나타내었다. 반면에 a값은 흑미 첨가 반죽에서는 2.67~7.02로 흑미의 첨가농도가 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으며 빵에서는 1.14~6.59로 역시 첨가농도의 증가에 따라 높아지는 경향을 보였으나 반죽에서보다는 낮은 값을 나타내었다. b값은 흑미의 첨가에 따라 감소하였으며 감소율은 빵에서보다 반죽에서 높았다. 따라서 색차는 흑미 첨가율의 증가에 따라 높아졌으나 빵에서보다 반죽에서 컸다. 흑미는 육안적으로는 흑색으로 보이나 적색계열의 anthocyanin^{9,10)}으로 낮은 농도에서는 보라~적색에 이르는 색상으로 나타나나 농도가 높아지면 흑적색을 띤다. 한편, 흑미를 첨가한 빵이 반죽에서보다 색차가 적은 것은 흑미 무첨가 빵에서도 빵껍질의 browning에 의해 적갈색의 색상이 나타남으로 반죽에서보다 낮은 색차를 나타낸 것으로 판단된다.

4. 조직감

Table 3. Color of dough and bread with addition of black rice

Color	Mixing ratio of black rice(%)				
	0	3	5	10	
L	Dough	88.01 ^a	78.06 ^b	72.26 ^c	64.96 ^d
	Bread	72.40 ^a	67.11 ^b	63.35 ^c	51.76 ^d
a	Dough	-1.49 ^d	2.67 ^c	5.14 ^b	7.02 ^a
	Bread	-2.43 ^d	1.14 ^c	3.99 ^b	6.59 ^a
b	Dough	15.45 ^a	8.16 ^b	5.81 ^c	3.41 ^d
	Bread	11.35 ^a	8.76 ^b	7.55 ^c	5.20 ^d
ΔE^*	Dough		13.01	19.62	27.36
	Bread		6.89	11.73	23.35

Values are means of triplicates. Different letters (a-d) in the same low are significantly different at P<0.05.

식빵의 조직감을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 응집성은 흑미를 3% 첨가하였을 때는 유의적 차이를 나타내지 않았으나 5~10% 첨가하였을 때는 감소하였다. 점착성, 탄력성 및 파쇄성은 첨가구가 무첨가에 비하여 낮은 값을 나타내었으며 첨가량 증가에 따른 차이는 없었다. 경도는 흑미의 첨가로 감소되어 흑미를 첨가함으로써 빵이 다소 부드러워지는 것으로 나타났다. 응집성은 흑미 첨가빵이 대조구보다 낮은 값을 나타내었으며, 탄력성은 첨가구에 낮은 값을 나타내었다. 이러한 경향은 Kang 등¹⁹⁾이 보고한 바와 같이 재료내에 아밀로오스 함량이 높을수록 탄력성은 크고 응집성은 낮아진다는 결과와 흑미를 첨가한 결과와는 차이를 보였다. Biliaderis²⁰⁾는 빵의 부피가 커

Table 4. Textural characteristics of bread with addition of black rice

Attributes	Mixing ratio of black rice(%)			
	0	3	5	10
Cohesiveness(%)	47.17 ^a	49.21 ^a	42.73 ^b	39.59 ^b
Springiness(%)	89.65 ^a	68.56 ^c	63.01 ^c	76.19 ^b
Gumminess(g)	146.07 ^a	104.19 ^b	97.71 ^b	112.99 ^b
Brittleness(g)	128.85 ^a	73.92 ^b	74.04 ^b	72.22 ^b
Hardness (dyne/cm ²)	715.30 ^a	454.37 ^c	592.64 ^b	616.41 ^{ab}

Values are means of triplicates. Different letters (a-c) in the same low are significantly different at P<0.05.

질수록 경도가 낮아지고 부드러운 느낌이 증가한다고 하여 흑미첨가 빵의 경우와 비슷한 경향을 나타내었다.

5. 관능적 품질 평가

흑미첨가 빵의 맛, 냄새, 색상, 외형, 입안의 촉감 및 종합적인 맛에 대하여 5점 척점법으로 관능평가 행한 결과는 Table 5와 같다. 흑미 무첨가 빵보다 5% 첨가한 빵은 와인 빛으로 4.65점의 높은 평가를 받았으며, 3% 첨가는 연한 보라색으로 색상이 선명하지 않아 오히려 기호도가 떨어졌다. 10% 첨가는 진한 자주빛으로 평가단 30명의 기호도 차가 심했는데 너무 진하여 나쁘다는 평가와 좋다는 평이 엇갈려 높은 편차를 나타내었다. 또 빵 외부 옆면과 위 껍질색은 흑미의 첨가량이 많아질수록 browning에 의한 갈색도가 높았으며 10% 첨가는 진한 갈색으로 기호도가 낮았다. 빵의 구수한 냄새는 흑미첨가와 무첨가 사이에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 씹을 때 입안에서 느끼는 촉감은 흑미를 첨가한 경우가 무첨가에

비하여 더욱 콜깃한 것으로 높은 평가를 받았다. 그러나 10% 첨가한 경우는 다소 뉴눅한 느낌이 강하여 다소 무거운 느낌이 강하였다.

6. 관능검사와 기계적 측정과의 상관관계

Table 6은 관능검사 결과와 색상 및 조직감에 대한 기계적 측정치와의 상관관계를 나타낸 결과이다. L, a, b 값과 관능검사 결과와의 상관계수는 전반적으로 낮은 값을 나타내었는데 가장 높은 값을 나타낸 항목은 식빵의 외형으로 0.85이상의 높은 값을 나타내었다. 색상에 대한 기호도와 L, a, b값과의 상관계수는 0.18~0.28로 낮았다. 기계적 조직감과 관능검사 결과와의 상관관계에서는 경도를 제외한 응집성, 탄력성, 점착성 및 파쇄성이 식빵의 외형과 비교적 높은 상관관계를 나타내었다. 응집성은 냄새, 외형, 색상에 대한 기호도와 비교적 높은 상관관계를 나타내었고 탄력성은 맛, 냄새, 외형 및 종합적인 기호도, 점착성은 외형과 종합적인 기호도, 파쇄성은 냄새와 외형, 경도는 색상에 대한 기호도와 비교적 높은 상관관계를 나타내었다.

7. 현미경 관찰

반죽은 protein-starch matrix로서 발효에 의하여 더욱 발달, 팽창되며, 굽기에 의하여 빵의 골격이 고정된다. 흑미의 첨가가 반죽(a~d)과 빵(e~h)의 조직학적 구조에 미치는 영향을 알아보기 위하여 주사형 전자 현미경으로 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다. 흑미 무첨가 반죽(a)에서는 형성된 단백질 matrix에 크고 작은 입자가 밀도 있게 잘 분포되어 있고 발효에 의하여 기공으로 보이는 검은 반점이 잘 형성된 것을 볼 수 있다. 전분입자는 20~40 μm의 렌즈형 큰

Table 5. Sensory quality score of bread with addition of black rice

Attributes	Mixing ratio of black rice(%)			
	0	3	5	10
Taste	3.83 ^c	4.22 ^c	4.60 ^a	3.51 ^b
Flavor	3.85 ^a	3.90 ^a	4.11 ^a	4.02 ^a
Appearance	3.82 ^b	3.91 ^b	4.12 ^a	4.13 ^a
Color acceptability	3.86 ^b	2.52 ^c	4.65 ^a	3.84 ^{ab}
Overall acceptability	3.91 ^c	3.43 ^c	4.52 ^b	4.02 ^b

Values are means of triplicates. Different letters (a-d) in the same row are significantly different at P<0.05.

Table 6. Correlation coefficients between sensory attributes and color, texture of bread with different concentration of black rice

Attributes	Color			Texture				
	L	a	b	Cohesiveness	Springness	Gumminess	Brittleness	Hardness
Taste	0.41	-0.10	0.18	0.31	-0.71	-0.56	-0.27	-0.42
Flavor	-0.63	0.81	0.41	-0.75	-0.72	-0.27	-0.68	-0.10
Appearance	-0.85	0.96	-0.91	-0.87	-0.63	-0.70	-0.76	-0.13
Color acceptability	-0.20	0.28	-0.18	-0.65	-0.04	0.02	0.11	0.65
Overall acceptability	-0.20	0.44	-0.45	-0.44	-0.69	-0.60	-0.42	-0.02

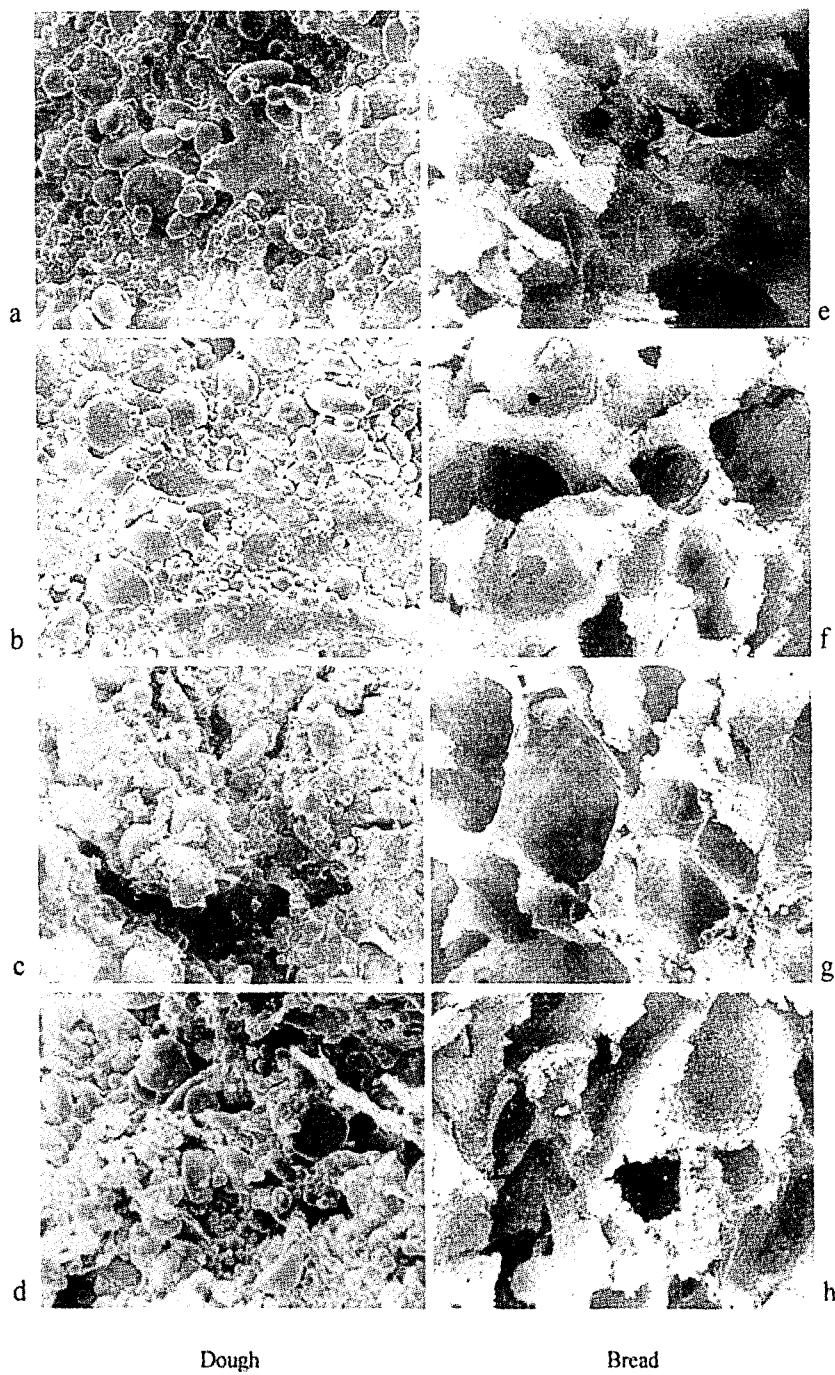


Fig. 2. Scanning electron microscope of dough($\times 1500$) and bread($\times 400$) with different concentration of black rice after 1st and 2nd fermentation. The 1st and 2nd fermentation of dough was performed at 32°C for 50 minutes and at 37°C for 45 minutes, respectively. a and e, control ; b and f, 3% of black rice ; c and g, 5% of black rice ; d and h, 10% of black rice.

입자 사이에 1~10 μm 의 구형의 작은 입자가 분포하여 일반적인 반죽의 구조¹⁶⁾를 나타내었다. 흑미 첨가 반죽(b~d)에서도 a의 경우와 유사한 구조를 이루고 있으나 무첨가 경우에 비하여 작은 전분입자의 수가 많으며 더욱 조밀하게 분포하였다. 또, 이러한 경향은 흑미첨가 비율이 높을수록 뚜렷하였으며 특히, 흑미 10% 첨가반죽에서는 렌즈형의 큰 전분입자가 쭈그러진 변형된 형태로 관찰되었다. 본 결과는 빵 반죽에 백미분말을 첨가하였을 때의 경우와 비슷한 결과를 나타내었다¹⁶⁾. Kwon과 Ahn²¹⁾은 전분은 단백질과 함께 반죽구조 형성에 관여하는 주요 인자로서 작은 전분입자에 비하여 주로 큰 전분입자가 변형됨으로써 구조형성에 관여한다고 하였다. 또, 밀가루반죽에 10%이내의 쌀 분말 등 전분질 재료의 첨가는 반죽구조형성을 촉진하고 제빵성에도 큰 영향을 주지 않는 것으로 알려져 있다¹⁴⁾. e~h는 흑미를 첨가한 빵의 속살을 400배 확대하여 관찰한 결과로서 기공의 크기는 흑미를 첨가한 빵에서 다소 큰 것으로 나타났으나 흑미 첨가에 따른 망상구조상의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

IV. 요 약

흑미를 첨가한 반죽과 식빵의 품질을 조사하였다. 반죽에 흑미를 첨가함으로서 pH는 낮아졌으며 발효는 촉진되었다. 굽기 손실률은 흑미의 첨가량이 높을수록 낮았다. 흑미 첨가빵은 점착성과 탄력성은 낮았으나 부드러운 조직감이 있었으며, 관능검사 결과 흑미 5% 첨가빵은 와인빛깔로 색상에 대한 기호도가 높게 평가되었으며 대조구보다 촉촉한 느낌을 주었다. 흑미 첨가빵의 조직은 무첨가에 비하여 작은 전분입자의 수가 많으며 더욱 조밀하게 분포하였다. 이러한 경향은 흑미 첨가 비율이 높을수록 뚜렷하였다. 흑미 10% 첨가반죽에서는 렌즈형의 큰 전분입자가 변형된 형태로 관찰되었으며, 식감은 무첨가보다 쫄깃하나 다소 무거운 느낌을 주었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대

학교 농산물 저장 가공 및 산업화 연구센터의 일부 지원에 위한 것입니다

V. 문 현

1. Kim, M. S. and Lee, H. Z.: Development of composite flours and their products utilizing domestic raw materials. Part IV. Effect of additives on the bread making quality with composite. Korean J. Food Sci. Technol., 9: 106~113, 1977.
2. Rhee, C., Bae, S. H. and Yang, H. C. : Studies on bread-baking products of naked barley flour and naked barley-wheat flour bread. I. Variations of loaf volume of naked barley-wheat bread. Korean J. Food Sci. Technol., 14: 370~378, 1982.
3. Park, G. S. and Lee, S. J.: Effects of Job's tears powder and green tea powder on the characteristic of quality of bread. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 28: 1244~1250, 1999.
4. Jung, H. S., Noh, K. H., Go, M. K. and Song, Y. S.: Effect of Lee(*Allium tuberosum*) powder physicochemical and sensory characteristics of breads. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 28: 113~117, 1999.
5. Choi, O. J., Kim, Y. D., Kang, S. K., Jung, H. S., Ko, M. S. and Lee, H. C.: Properties on the quality characteristics of bread added with *Angelica keiskei* Koidz flour. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 28: 118~125, 1999.
6. Kim, E. J. and Kim S. M.: Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. J. Kor. Food Sci. Technol., 30: 542~547, 1998.
7. Kang, K. C., Beak, S. B. and Rhee, K. S.: Effect of the addition of dietary fiber on salting of cakes. Korean J. Food Sci. Technol., 22: 19~24, 1990.
8. Kang, M. Y., Choi, Y. H. and Choi, H. C.:

- Campersion of some chracteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice(in Korean). Kor. Soc. of Food Sci. 13: 64~69, 1997.
9. Cho, M. R., Paik, Y. S. Yoon, H. H. and Hahn, T. R.: Chemical structure of the major color component from a Korean pigmented rice variety. Agri. Chem. Biotech., 39: 304~311, 1966.
10. Cho, M. H., Yoon, H. H. and Hahn, T. R.: Thermal stability of the major color component, cyanidin-3-glucoside, from a Korean pigmented rice variety in aqueous solution. Agri. Chem. Biotech., 39: 245~251, 1996.
11. Kim, K. S. and Lee, J. K.: Effects addition ratio pigmented rice on the quality characteristics of seolgideok. Kor. J. Soc. Food Sci., 15: 507~511, 1999.
12. Kim, M. S., Hahn, T. R. and Yoon, H. H.: Saccharification and sensory characteristics of sikhe made of pigmented rice. J. Kor. Food Sci. Tecnol., 31: 672~677, 1999.
13. Kim, S. D., Kim, M. H. and Ham, S. S.: Preparation and quality of uncooked-colored wine using black rice. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 29: 224~230, 2000.
14. AACC: Official methods of the AACC. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N., 1983.
15. Colins, J. L. and Post, A. R.: Peanut hull as a potential source of dietary fiber. J. Food Sci., 46: 445~450, 1981.
16. Kim, K. O., Kim, S. S., Sung, N. G. and Lee, Y. C.: Method and application of sensory quality. Shin Kwang Co., 161~169, 1997.
17. Chae, S. I. and Kim, B. J.: Statistical analysis for SPSS/PC. Bub-Moon Publishing Co., Seoul, p.66~75, 1995.
18. Kim, M. J., Kim M. H. and Kim, S. D.: Effect of black rice powder on fermentation of dough. Korean J. Baking, 1: 15~19, 2001.
19. Kang, M. Y., Choi, Y. H. and Choi, H. C.: Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26: 886~891, 1997.
20. Biliaderis, C. G.: Structures and phase transition of starch in food systems. Food Technol., 46: 98~98, 1992.
21. Kwon, H. R. and Ahn, M. S.: A study on rheological and general baking properties of breads and their rusks prepared of various flours (I). Kor. J. Food Sci., 11: 479-486, 1995.