

찰흑미분을 첨가한 식빵의 물성학적 및 관능적 특성 연구

이윤신[†] · 김원모¹ · 김태형¹

[†]수원여자대학 식품과학부, ¹우송정보대학 외식조리과

A Study on the Rheological and Sensory Properties of Bread Added Waxy Black Rice Flour

Yoon-Shin Lee[†], Woen-Mo Kim¹, Tae-Hyung Kim¹

[†]Dept. of Food Science, Suwon Women's College, Suwon, 445-895, Korea

¹Dept. of Culinary Art, Woosong Information College, Daejeon, 445-895, Korea

Abstract

The physiological and sensory properties of breads made from waxy black rice flour (WBRF) and wheat flour were investigated. The waxy black rice bread was manufactured with 10, 20, 30, or 40% waxy black rice flour(w/w). The bread volume decreased from 2,096.7 mL to 1,703.4 mL as the WBRF content increased from 0% to 40%. The lightness(L-values) decreased with increasing WBRF concentrations, and the redness value(a-values) increased. The yellowness(b-values) slightly decreased with increasing WBRF content. The textural characteristics of the bread crumb were influenced by additions of WBRF. The breads containing WBRF had decreases in hardness for the 10% and 20% WBRF groups, whereas increases in hardness were shown with the 40% addition of WBRF. The springiness decreased with increasing WBRF content. The gumminess and chewiness of the waxy black rice bread decreased at the 10% and 20% additions. In the sensory evaluation, sensory scores decreased with increasing WBRF content for the appearance, external color, crumb color and grain of the waxy black rice bread. Overall acceptability for the 10% and 20% WBRF additions did not differ significantly from the score of the control group.

Key words: waxy black rice, bread, bread volume, crumb color, sensory properties

1. 서 론

현대인들의 식생활이 간편화·서구화되어 빵과 과자의 수요가 증가함에 따라 우리나라 제과·제빵산업도 질적, 양적으로 팽창하게 되었다(Jeong JW과 Park KJ 2006). 특히 소비자의 기호도가 다양해지고 고급화됨에 따라 이 기호성에 부응하는 신제품 개발이 제과·제빵

산업 경쟁력의 관건이 되고 있다(Kim HU 2003).

흑미는 쌀겨층에 자홍색의 색소를 가지고 있는 쌀로 주요 생산지는 중국이나 동남아시아 지역이고 우리나라의 경우 진도, 해남, 보성 등 일부 지역에서 생산되고 있다(Jung DS 등 2002). 일반 백미와는 달리 흑미는 현미상태로 도정되기 때문에 일반 백미보다 식이섬유, 비타민, 무기질 등의 영양소 함량이 우수한 것으로 알려져 있다(Defa G와 Xu M 1992).

흑미의 색은 안토시아닌계·탄닌계 색소로서 식품첨가용 천연소재로 이용되고 있으며, 독특한 향미를 가진다(Lee JS와 Oh MS 2006). 각종 미네랄과 비타민, 불포화지방산, 수분, 단백질 등의 영양가가 풍부하여(Defa G와 Xu M 1992) 항종양·항산화 등의 활성과

Corresponding author : Yoon-Shin Lee, Suwon Women's College,
336-27, Sanggi-ri Bongdam-eup, Hwasung-si, Kyonggi-do 445-895,
Korea

Tel : (031) 290-8933

Fax : (031) 290-8924

E-mail : lys@swc.ac.kr

인체의 종합조절 기능을 개선하고 면역기능을 강화시켜 노화방지, 질병예방, 건위 및 조혈 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Cho JA와 Cho HJ 2000).

중국에서는 흑미를 이용한 식품들이 시판되고 있는데 그 중에는 흑미 죽, 흑미 술과 흑미 맥주, 흑미 젓산균 음료, cream류, 분(粉)류, cake류 등이 있으며 그 외에 흑미 과자, 흑미 스낵, 흑미 국수 및 의약품으로도 이용되고 있다(Lee FZ 1996).

국내에서의 흑미에 대한 연구를 살펴보면 Yoon HH 등(1995)이 한국산 유색미의 anthocyanin 색소인 cyanidin-3-glucoside 및 malvidin-3-glucoside를 동정하였고, Cho MH 등(1996)은 식품첨가물로서의 활용가능성을 검색하기 위해 수용액 중에서의 cyanidin-3-glucoside의 열 안정성에 관하여 연구하였다. 흑미첨가 제품으로는 인절미(Cho JA와 Cho HJ 2000), 절편(Park MK 등 2002), 국수(Lee WJ와 Jung JK 2002), 유과(Lee YS 등 2002), 쌀과자(Kim JD 1998), 즉석 죽(Lee FZ와 Eun JB 1999) 등에 대한 연구가 보고된 바 있다. 제과제빵 분야와 관련한 흑미 연구로는 Jung DS 등(2002)의 흑미가루를 첨가한 식빵의 품질 특성, Hwang YK와 Kim TY(2000)의 팽화 흑진주미를 이용한 흑미빵의 품질 특성에 대한 연구가 있다. 또한 Jung DS와 Eun JB(2003)의 흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성, Kang MY와 Nam YJ(1999)의 유색미가루의 제빵성 검토 및 Lee JS와 Oh MS(2006)의 흑미가루 첨가 쿠키의 품질특성 등도 발표되었다.

흑미도 일반쌀과 같이 멥쌀과 찰쌀로 나뉘어 있으나(Ha TY 등 1999) 대부분의 흑미에 대한 연구는 멥쌀 유색미에 국한되며 찰흑미에 대한 연구는 전분의 호화 특성(Choi GC 등 2005), 전분의 열수가용성 물질 추출(Oh GS 등 2002), 찰흑미를 첨가한 혼합밥의 텍스처에 대한 연구(Oh GS 등 2002)가 있으나 아직까지 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 찰흑미분을 이용한 빵의 물성학적 특성 및 관능적 특성을 평가함으로써 다양한 기능성 빵, 과자의 제조 및 상품화에 관한 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용된 찰흑미분은 농협에서 찰흑미(상

해항혈나, 함양산)를 구입하여 건식제분하고 60 mesh 체를 통과시켜 사용하였으며, 밀가루는 (주)대한제분의 강력분을 사용하였다. 밀가루 이외에 식빵제조를 위해서 이스트는 오투기사의 생이스트를, 식염은 백소표 꽃소금을, 버터는 가염버터로 삼립유지, 설탕은 정백당(제일제당(주)), 탈지분유는 서울우유 협동조합 제품을 각각 사용하였다.

2. 찰흑미분을 첨가한 반죽조성

찰흑미분의 첨가량을 결정하기 위해 예비실험한 결과 10% 이하에서는 사용량이 적어 의미가 없었으며 관능적인 부분에서도 찰흑미분 첨가에 대해 인정할 수 있는 적정량으로는 부족하였다. 그리고 40% 이상 첨가할 경우 외형적으로 빵으로서의 모양을 갖추지 못하여 찰흑미분의 첨가군별 차이를 볼 수 있는 10%, 20%, 30%, 40%로 첨가율을 결정하였다.

3. 찰흑미분을 첨가한 식빵의 제조

식빵 제조를 위한 배합비율은 Table 1과 같으며, 제빵 제조공정은 A.A.C.C.법(1983)방법의 직접반죽법(Straight dough method)을 일부 수정하여 다음과 같이 실험하였다. 반죽기(SM 200, Sinmag, Taiwan)를 사용하여 재료를 섞고 물과 이스트를 넣어 반죽하는데 저속 3분, 중속 12분간 반죽을 하고 클린업 단계에서 유지를 첨가하였다. 1차 발효는 온도 27°C, 습도 75%인 발효기(Dae Yung Machinery Co., Korea)에서 60분간 실시하였다. 1차 발효 후 반죽 450 g을 분할하여 둥글리기 한 후 15분 동안 중간발효 하여 성형하고 식빵팬에 넣은 다음

Table 1. Formula for loaf breads prepared from wheat flours with different amount of waxy black rice flour (relative percent ratio of flour basis)

Ingredients	Addition amount of waxy black rice flour				
	Control ¹⁾	B1	B2	B3	B4
Wheat flour	100	90	80	70	60
Waxy Black rice flour	0	10	20	30	40
Water	60	60	60	60	60
Yeast	4	4	4	4	4
Sugar	6	6	6	6	6
Salt	2	2	2	2	2
Butter	4	4	4	4	4
Dry milk powder	3	3	3	3	3

¹⁾Control : Wheat flour 100%

B1~B4 : Wheat flour 10, 20, 30, 40 waxy black rice flour

온도 37℃, 습도 85% 조건에서 40분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후 170/200℃의 오븐에서 30분간 구웠다.

4. 찰흑미를 첨가한 식빵의 제빵 특성 측정

1) 식빵의 무게 및 부피 측정

각 조건에 따라 제조한 식빵의 무게는 빵을 제조한 다음 실온에서 2시간 동안 냉각시켜 무게를 측정하였고, 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법(Kim BR 등 2000)으로 3회 측정하였다.

2) 외형 및 단면 관찰

제조한 식빵을 실온에서 2시간 냉각시킨 후 디지털 카메라를 이용하여 식빵의 외부 형태를 촬영하여 관찰하였고 1 cm의 두께로 잘라 단면을 촬영하여 식빵의 속 기공과 색의 차이를 관찰하였다.

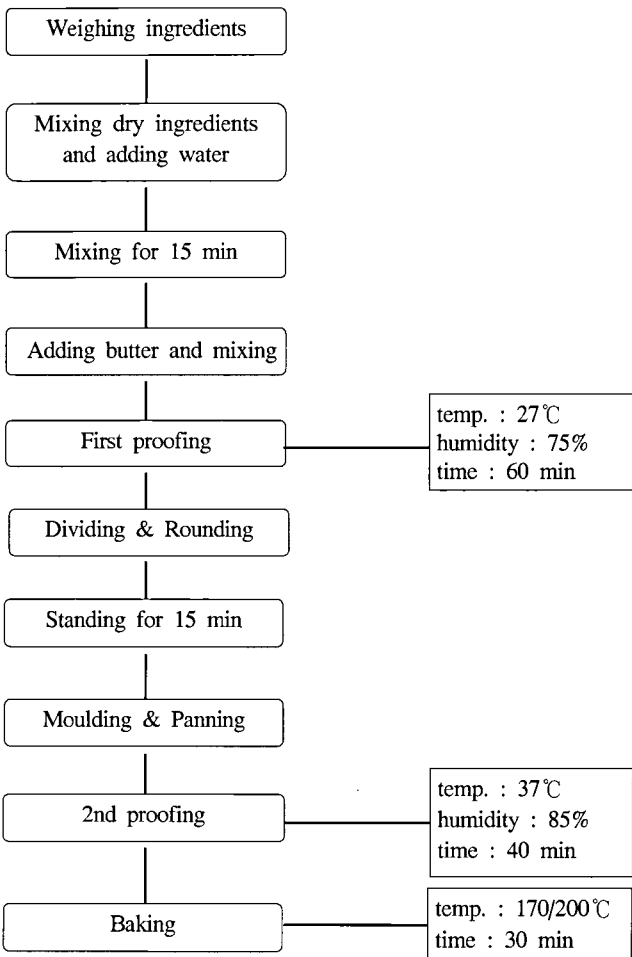


Fig. 1. Flow chart of bread making by the straight dough method.

3) SEM을 이용한 식빵의 표면구조 관찰

찰흑미분을 첨가한 각 식빵의 가운데 부분을 잘라(1×1×1 cm) 단면을 전자현미경(Scanning Electron Microscope, Leo 1455VP, Carl Zeiss, Germany)을 이용하여 25배율로 확대하여 측정하였다.

4) 색도 측정

제조한 식빵의 색도는 식빵 crumb의 단면을 잘라(3×3×1 cm) 분광측색계(Color Techno System Co. JX777, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 3회 측정하고 평균값을 구하였다(Ryu CH 1999).

5) pH 측정

시료 5 g을 증류수 50 ml에 넣고 3분간 homogenizer (MS-HMG 2,400, 2,400 rpm)로 균질화한 다음 5분간 방치한 후 상층액을 pH meter(Orion, 203A, U.S.A)로 3회 측정하고 평균값을 구하였다.

6) 수분활성도 측정

제조한 식빵을 실온에서 2시간 식힌 후 식빵의 crumb 부분을 5 g 정도 잘라 수분활성측정기(Pawkit, Decagon Devices, INC, USA)를 사용하여 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

7) 텍스처 측정

제조한 식빵을 실온에서 2시간 식힌 후 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 시료의 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), gum성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 1회 측정하였다.

Table 2. Texture analyzer conditions for measuring textural properties of bread with waxy black rice flour

Items	Condition
Sample size	30×30×10 mm
Mode	force/compression
Option	T.P.A
Probe	ø30 mm diameter cylinder
Load cell	5 kg
Deformation	50%
Pre test speed	1.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post test speed	5 mm/s

8) 관능검사

관능검사의 시료는 식빵을 제조한 후 2시간 실온에서 냉각시킨 것을 사용하였다. 관능검사는 우송대학교 의료영양식품과학부 학생을 대상으로 빵의 품질특성과 실험목적에 대하여 사전교육을 실시하고 그 중에서 기호도가 비슷한 panel 20명을 선발하여 관능검사를 진행하였다(A.A.C.C. 1985). 검사의 목적을 설명하고 검사 세부항목에 대하여 이해를 시킨 후 검사에 응하도록 하였다. 관능검사 시간은 오후 3시로 하였으며 시료 번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 하였다. 평가내용은 외관(appearance), 빵 껍질 색깔(external color), 빵 속색깔(crumb color), 입자들의 균일도(grainy), 향(flavor), 입안에서의 질감(mouthfeel), 조직감(texture), 맛(taste), 삼키고 난 후의 느낌(residual mouthfeel), 전반적인 기호도(overall acceptability)를 중심으로 9점 기호 척도법으로 평가하였으며 대단히 좋아한다는 9점, 좋지도 싫지도 않다는 5점, 대단히 싫어한다는 1점으로 하였다.

9) 통계분석

조사에서 얻어진 모든 자료는 SPSS win 10.0 PC⁺ 통계 program을 활용하여 평균을 구하였고, 찰흑미분 첨가량에 따른 차이는 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test로 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 찰흑미분을 첨가한 식빵의 품질 특성

Table 3. Loaf volume and weights of breads prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour

Sample ¹⁾	Volume(mL) ^{***2)}	Weight(g) ^{***}
Control	2096.7±20.82 ^{3)abd}	382.0 ±2.00 ^b
B1	2070.0±22.91 ^a	382.7±3.06 ^b
B2	2060.0±26.46 ^a	386.0±2.00 ^b
B3	1850.0±26.46 ^b	390.7±1.15 ^a
B4	1703.3±25.17 ^c	396.0±3.46 ^a

¹⁾Control : wheat flour 100%

B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour

²⁾Significance as determined by ANOVA test according to age (***) $p<0.001$

³⁾Mean± S.D.

⁴⁾Means with different letters within a column are significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test

1) 무게 및 부피

찰흑미분을 첨가한 식빵의 무게 및 부피를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 찰흑미분 첨가량에 따른 식빵의 부피 변화를 살펴보면 찰흑미분 10%, 20% 첨가 식빵의 경우 2,070 ml, 2,060 ml로 대조구 2,096 ml에 비해 조금 작아졌으나 대조구와 유의적인 차이는 없었다. 찰흑미분을 30% 첨가한 식빵부터는 굽는 단계인 오븐에서 부피 팽창이 크지 않았으며 대조구에 비해 유의적인 차이를 보였다. 이 같은 결과는 찰흑미의 첨가량이 증가할수록 밀가루의 양이 감소되어 빵의 형태를 유지해 주는 단백질 함량의 부족으로 생각되었다. 식이섬유를 첨가한 빵의 경우 부피가 감소하고 단단해진다고 보고한 Hamid와 Luan(2000)의 연구와 같이 현미 상태인 찰흑미에 함유된 식이섬유의 영향을 원인으로 볼 수 있다.

식빵의 무게는 대조구가 382 g이었고 10% 첨가구가 382.7 g, 20% 첨가구가 386.0 g으로 대조구와 유의적 차이는 없었다. 30% 이상 첨가부터 찰흑미분의 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 무게가 유의적으로 증가하는 결과를 보였고 40% 첨가구의 경우는 396 g로 가장 무거웠다. 이 같은 결과는 찰흑미에 함유된 식이섬유에 의한 보습력의 영향으로 제조 과정 중 수분 손실이 적게 발생한 것으로 볼 수 있다.

2) 식빵의 외형 및 단면 관찰

찰흑미분을 첨가한 식빵의 외형과 단면은 Fig. 2, Fig. 3과 같다. 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 부피가 작아지는 것을 볼 수 있으며, 30, 40%첨가의 경우 외형이 좋지 않은 결과를 볼 수 있었다. 또한 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 식빵의 속 기공이 크고 거칠어지는 것을 관찰할 수 있었다.

3) SEM을 이용한 식빵의 표면구조 관찰

찰흑미를 첨가하여 제조한 식빵의 단면을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 관찰한 결과는 Fig. 4와 같다. 대조구의 표면 구조는 작고 균일한 기공이 고르게 분포되어 있는 것을 볼 수 있었다. 찰흑미분을 10% 첨가 식빵의 경우는 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다. 20% 첨가 식빵의 경우는 기공의 상태가 조금 커졌으나 기공의 상태가 대체로 균일하며 형태가 유지되고 있는 것을 볼 수 있었

다. 30% 첨가 식빵의 경우는 기공의 형태가 선명하지 않고 큰 기공을 볼 수 있었다. 40% 첨가 식빵의 경우는 기공의 형태를 거의 알아볼 수 없었으며 크기가 매

우 커져 있음을 볼 수 있었다. 글루텐은 탄성과 신장력의 특징으로 인해 빵의 외형과 구조를 형성하여 빵의 품질에 있어서 매우 중요한 역할을 하게 되는데 (Gallagher E 등 2003) 찰흑미의 첨가량이 증가할 경우 식빵에 밀가루 함량이 감소되어 기공의 형태를 유지해주는 글루텐의 부족으로 인해 기본 구조의 형성이 이루어지지 않은 것이 원인이라 할 수 있다.

4) 식빵의 색도

찰흑미분을 첨가한 식빵의 색도 측정결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조구가 66.87로 가장 높았고 찰흑미분의 혼합비율이 높아짐에 따라 각 실험구 모두 유의적으로 감소하여 점점 어두워지는 경향을 나타냈다. 적색도를 나타내는 a값은 대조구의 경

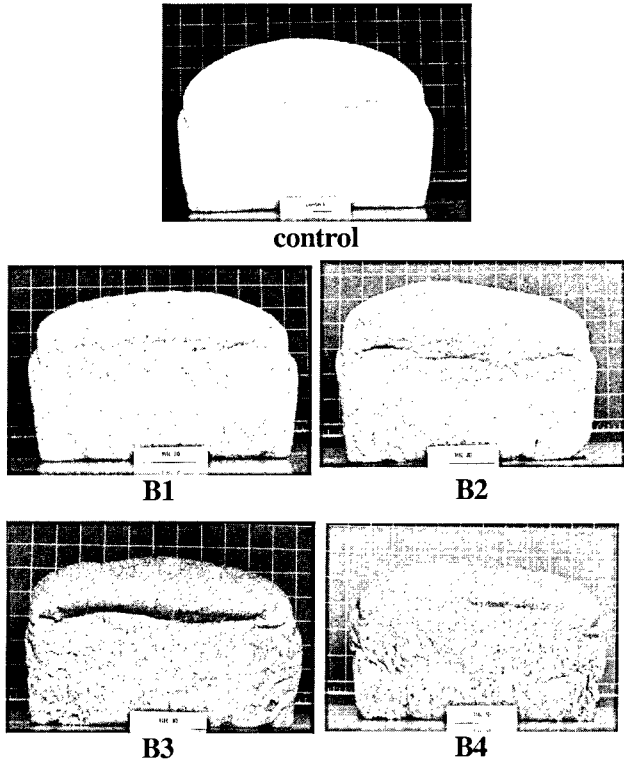


Fig. 2. Loaf Shape of wheat flour bread with different amount of waxy black rice flour.
Control : wheat flour 100%.
B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour.

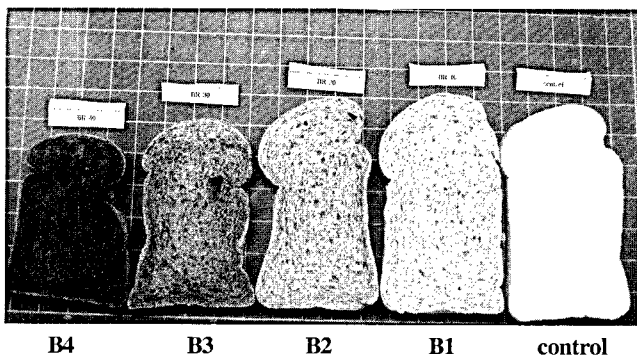


Fig. 3. Section of wheat flour bread with different amount of waxy black rice flour.
Control : wheat flour 100%.
B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour.

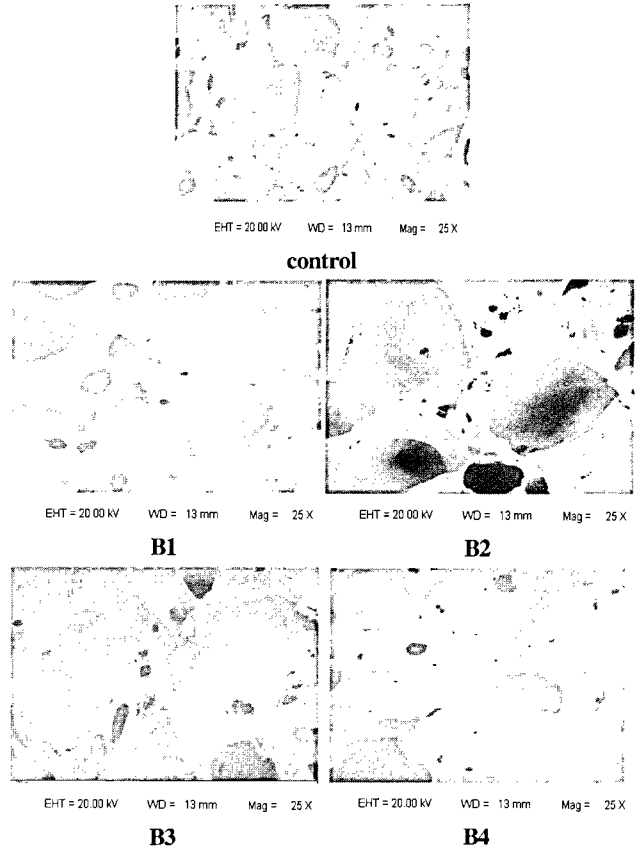


Fig. 4. Scanning electron microphotographs of bread crumb prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour.
Control : wheat flour 100%.
B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour.

우 -2.66이었으나 10% 첨가 식빵이 2.26, 20%, 30%첨가 식빵이 5.21, 5.84였으며 40% 첨가 식빵은 9.04로 찰흑미의 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가하여 유의적인 차이를 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구가 8.08이었고 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 b값이 유의적으로 감소하여 황색도가 낮아지는 결과를 보였다.

흑미 첨가량이 증가함에 따라 빵 색의 밝기가 감소하고 적색도가 증가하였다는 보고를 한 Hwang YK과 Kim TY(2000)의 연구와 같이 찰흑미분을 첨가하여 빵을 만들 경우 찰흑미에 함유된 안토시아닌 색소에 의해 빵의 내부 색이 짙어지는 결과를 볼 수 있었다.

5) pH

찰흑미분을 첨가한 식빵의 pH 측정결과는 Table 5에 나타내었다. 대조구의 pH는 5.90이었고 찰흑미분의 첨가에 관계없이 거의 일정한 pH를 보이고 있다.

6) 수분활성도

찰흑미 첨가 식빵의 수분활성도 측정 결과는 Table 6과 같다. 수분활성도는 식빵을 저장할 때 미생물의 생육과 관계가 깊은데 대조구의 수분활성도는 0.95로 조사되었으며 찰흑미 첨가에 따른 유의적 차이는 없었다.

7) 텍스처 특성

찰흑미분을 10, 20, 30, 40% 첨가한 식빵의 조직감

Table 4. Hunter color value of bread crumb prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour.

Sample ¹⁾	Color value		
	L ^{***2)}	a ^{***}	b ^{***}
Control	66.87±1.01 ^{3)B4)}	-2.66±0.22 ^c	8.08±0.59 ^a
B1	52.11±0.96 ^b	2.26±0.36 ^d	6.24±0.12 ^b
B2	40.03±1.44 ^c	5.21±0.38 ^c	5.90±0.17 ^{bc}
B3	27.76±0.81 ^d	5.84±0.43 ^b	5.65±0.56 ^{bc}
B4	12.61±1.21 ^e	9.04±0.23 ^a	5.18±0.31 ^c

¹⁾Control : wheat flour 100%

B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour

²⁾Significance as determined by ANOVA test according to age (***) p<0.001)

³⁾Mean± S.D.

⁴⁾Means with different letters within a column are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncan's multiple range test

특성은 Table 7과 같다. 경도(hardness)는 대조구가 122.47로 나타났고 10%, 20%첨가 식빵의 경우 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내 대조구 보다 부드러워진 결과를 보였다. 30% 첨가의 경우 유의적 차이는 없었으나 40% 첨가 식빵은 대조구에 비해 유의적으로 높은 경도를 나타냈다. 탄력성(springiness)은 대조구가 0.92로 나타났고 찰흑미의 첨가량이 증가할수록 탄력성이 대조구에 비해 유의적 감소를 보였다. 응집성(cohesiveness)은 대조구가 0.59의 결과를 보였고 10%, 20%, 30% 첨가구의 경우 대조구와 유사하였으나, 40%첨가 식빵은 대조구에 비해 증가하는 경향을 나타내었다. 겹성(gumminess)은 대조구가 72.83으로 나타났고 10%, 20% 첨가 식빵은 대조구에 비해 유의적 감소를 보였다. 30% 첨가식빵은 대조구와 겹성에서 유의적인 차이가 없었고, 40% 첨가 식빵은 95.83으로 대조구 보다 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. 씹힘성(chewiness)은 대조구가 66.99의 결과를 보였고 10%, 20%, 30% 첨가 식빵은 대조구보다 유의적으로 낮았으며, 40% 첨가 식빵은 76.00으로 대조구에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타냈다.

Table 5. pH of bread prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour.

Sample ¹⁾	pH
Control	5.90±0.06 ^{2) NS,3)}
B1	6.04±0.07
B2	5.93±0.08
B3	6.01±0.07
B4	6.05±0.08

¹⁾Control : wheat flour 100%

B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% waxy black rice flour

²⁾Mean±S.D.

Table 6. Water activity of bread prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour.

Sample ¹⁾	Water activity
Control	0.95±0.02 ²⁾
B1	0.93±0.01
B2	0.94±0.00
B3	0.94±0.00
B4	0.94±0.00

¹⁾Control : wheat flour 100%

B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour

²⁾Mean± S.D.

경도는 찰흑미분을 10%, 20% 첨가하였을 경우 대조구에 비해 부드러운 결과를 나타냈고, 탄력성과 씹힘성, 검성도 감소하였다. 이 결과는 흑미분을 3%, 5%, 10% 첨가하여 식빵을 제조한 후 조직감을 비교한 결과 식빵의 경도와 탄력성, 응집성, 검성이 대조구에 비해 감소하였다고 보고한 Oh YA 등(2001)의 연구와 같은 경향을 보였다. 이는 SEM을 통해 식빵의 단면을 관찰한 결과 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 기공이 커짐을 볼 수 있었는데 10%, 20% 첨가까지는 커진 기공에 의해 텍스처의 측정값이 낮아 졌으며 40% 첨가 식빵은 찰흑미분의 첨가량이 너무 많아 내부 구조 형성에 영향을 주어 텍스처의 측정값이 높아진 것으로 생각된다.

8) 관능적 특성

찰흑미분을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과는 Table 8과 같다. 관능적 평가 항목 중에서 찰흑미분 첨가 식빵의 외형, 외부색깔, 내부색깔, 입자 균일도는 p<0.001 수준에서 전체적인 기호도는 p<0.05 수준에서

시료간에 유의적인 차이를 보였다. 식빵의 외형 평가에서 대조구는 9점 척도에서 7.55를 보였고 10% 첨가 식빵은 6.60으로 대조구와 유의적 차이는 없었으며, 20%는 5.70, 30%는 4.30, 40%는 3.85로 찰흑미분의 첨가량이 증가함에 따라 외형이 대조구에 비해 작아져 기호도가 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다. 빵의 외형에 대한 기호도는 빵의 부피와 관계가 깊어 찰흑미분의 첨가량이 증가함에 따라 외형이 대조구에 비해 작아져 기호도가 낮게 나타난 것으로 보인다.

식빵의 외부 색의 기호도는 대조구가 7.30으로 나타났고 10% 첨가 식빵은 대조구와 유의적 차이가 없었다. 20, 30, 40% 첨가 식빵은 대조구에 비해 기호도가 감소하는 결과를 보였다. 식빵의 crumb색은 찰흑미분 10% 첨가구만 대조구와 유의적으로 차이가 없었고 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 기호도가 대조구에 비해 유의적으로 감소하였다. 색에 대한 기호도가 낮게 나타난 결과는 찰흑미분의 첨가량이 증가하면서 식빵의 색이 짙어져 일반적으로 보아온 황백색의 식빵의 색에 대한 생각에 따른 거부감이 작용한 것으로 생각

Table 7. Texture of bread crumb prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour.

Sample ¹⁾	Hardness ^{***2)}	Springiness ^{***}	Cohesiveness	Gumminess ^{***}	Chewiness ^{***}
Control	122.47±0.45 ^{5)ab)}	0.92±0.01 ^a	0.59±0.02	72.83±2.49 ^b	66.99±2.74 ^b
B1	108.40±3.41 ^c	0.89±0.01 ^b	0.58±0.01	63.22±2.36 ^d	56.59±2.50 ^e
B2	113.00±2.38 ^c	0.85±0.01 ^c	0.59±0.01	66.36±0.82 ^{cd}	56.29±0.29 ^e
B3	122.93±1.17 ^b	0.78±0.00 ^d	0.57±0.01	69.45±1.14 ^{bc}	54.07±1.06 ^e
B4	157.80±4.62 ^a	0.79±0.02 ^d	0.61±0.02	95.83±5.05 ^a	76.00±4.90 ^a

¹⁾Control : wheat flour 100%

B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour

²⁾Significance as determined by ANOVA test according to age (***) p<0.001)

³⁾Mean± S.D.

⁴⁾Means with different letters within a column are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncan's multiple range test

Table 8. Sensory characteristics of prepared from wheat flour with different amount of waxy black rice flour

Sample ¹⁾	Appearance ^{***2)}	External color ^{***}	Crumb color ^{***}	Grainy ^{***}	Flavour	Mouthfeel	Texture	Taste	Residual mouthfeel	Overall acceptability [*]
control	7.55±1.28 ^{5)ab)}	7.30±1.49 ^{a2)}	7.45±1.05 ^a	7.05±1.19 ^a	5.85±1.35	5.95±1.93	6.00±1.56	5.90±0.97	5.95±1.23	6.35±1.27 ^a
B1	6.60±1.35 ^{ab}	6.50±1.40 ^{ab}	6.50±1.47 ^{ab}	6.35±1.46 ^{ab}	5.65±1.53	5.90±1.21	6.55±1.10	6.20±1.32	6.10±1.25	6.15±1.27 ^{abc}
B2	5.70±1.30 ^b	5.55±1.70 ^b	6.20±1.44 ^b	5.85±1.39 ^{bc}	5.75±1.33	5.85±1.27	6.45±1.23	6.20±1.11	5.75±1.21	6.20±1.06 ^{ab}
B3	4.30±1.95 ^c	4.35±1.79 ^c	5.05±1.73 ^c	5.30±1.89 ^{bc}	5.25±1.89	5.50±1.64	5.95±2.06	5.35±1.95	5.45±2.09	5.20±1.88 ^{bc}
B4	3.85±2.06 ^c	4.05±2.33 ^c	4.75±2.07 ^c	4.80±2.09 ^c	5.10±1.71	5.40±2.06	6.10±2.34	5.15±2.13	4.90±1.92	5.15±1.98 ^c

¹⁾Control : wheat flour 100%

B1~B4 : wheat flour with 10, 20, 30, 40% black glutinous rice flour

²⁾Significance as determined by ANOVA test according to age (* p<0.05, *** p<0.001)

³⁾Mean± S.D.

⁴⁾Means with different letters within a column are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncan's multiple range test

된다.

입자의 균일도에 대한 기호도는 대조구가 7.05의 결과를 보였다. 그리고 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 기호도가 유의적으로 낮게 나타났다. 찰흑미분의 첨가량이 증가하면서 현미상태인 찰흑미분의 껍질이 식빵의 외부에서 관찰되었기 때문에 식빵의 외부 입자에 대한 기호도가 낮아지는 결과가 나타난 것으로 볼 수 있다.

향에 대한 기호도, 입에서의 느낌과 조직감, 맛 그리고 식빵의 뒷맛에 대한 기호도는 대조구와 유의적 차이가 없었다. 전체적인 선호도는 찰흑미분 10%와 20% 첨가 식빵에서 대조구와 유의적 차이가 없었고, 30%, 40% 첨가 식빵의 경우 대조구에 비해 유의적으로 낮은 선호도를 보였다.

대두 및 보리를 첨가한 빵의 관능평가에서 15% 이상 첨가한 빵이 빵의 외형과 내부색의 기호도가 대조구에 비해 낮아지는 결과를 보고한 Dhingra S와 Sudesh J(2001)의 연구와 같이 밀가루 이외의 곡류를 첨가할 경우 빵의 외형과 색 등의 기호도가 감소함을 볼 수 있다. 또한 Choi JH(2001)의 연구에서도 발아현미분을 40~50% 첨가한 식빵의 경우 대조구에 비해 외형이 좋지 않아 기호도가 낮아져 곡류의 첨가량이 증가할수록 빵의 외형적인 부분에 영향을 주는 결과를 볼 수 있었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 식빵에 찰흑미분을 첨가하여 식빵의 품질을 개선하고자 기능성 제품으로 개발하고자 찰흑미분을 10%, 20%, 30%, 40% 첨가하여 제빵 특성과 빵의 품질 특성을 비교하였으며 그 결과를 요약한 결과는 다음과 같다.

- 찰흑미분 첨가량에 따른 식빵의 부피는 찰흑미분 10%, 20% 첨가의 경우 대조구에 비해 약간 작아졌으나 유의적인 차이는 없었으며 30% 이상 첨가한 식빵에서는 부피가 유의하게 감소하였다. 식빵의 무게는 찰흑미분 10%와 20% 첨가구가 대조구와 유의적 차이는 없는 반면 30% 이상 첨가부터 찰흑미분의 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 무게가 유의적으로 증가하는 결과를 보였다.
- 찰흑미분을 첨가한 식빵의 외형과 단면에서도 찰흑

미분의 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 부피가 작아지는 것을 볼 수 있으며, 30%, 40% 첨가의 경우 외형이 좋지 않은 결과를 볼 수 있었다. 또한 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 식빵의 속 기공이 크고 거칠어지는 것을 관찰 할 수 있었다.

- 찰흑미분을 첨가하여 제조한 식빵의 단면을 SEM을 이용하여 관찰한 결과 찰흑미분을 10% 첨가 식빵은 대조구와 큰 차이를 보이지 않은 반면 20% 첨가 식빵은 기공의 상태가 조금 커졌으나 기공이 대체로 균일하며 형태를 유지하고 있었다. 30% 첨가 식빵은 기공의 형태가 선명하지 않고 기공이 크며 40% 첨가 식빵의 경우는 기공의 형태를 거의 알아볼 수 없었고 크기가 매우 커져 있었다.
- 찰흑미분을 첨가한 식빵의 색도 측정결과 L값은 찰흑미분의 혼합비율이 높아짐에 따라각 실험구 모두 유의적으로 감소하여 점점 어두워지는 경향을 나타냈다. 적색도를 나타내는 a값은 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 적색도가 유의적으로 증가한 반면 황색도를 나타내는 b값은 유의적으로 감소하였다.
- 찰흑미분을 첨가한 식빵의 pH 측정결과 대조구의 pH는 5.90이었고 찰흑미분의 첨가에 관계없이 거의 일정한 pH를 보였으며, 식빵의 수분활성도는 찰흑미분의 첨가에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다.
- 식빵의 경도(hardness)는 10%, 20% 첨가 식빵이 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타낸 반면 40% 첨가 식빵은 유의적으로 높은 경도를 나타냈다. 탄력성과 응집성은 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 유의적 감소를 보였다. 검성(gumminess)은 10%, 20% 첨가 식빵이, 씹힘성(chewiness)은 10%, 20%, 30%첨가 식빵이 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다.
- 찰흑미분을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과 외형, 외부색, 내부색은 찰흑미분 첨가량이 10% 이상으로 증가함에 따라 대조구에 비해 기호도가 유의적으로 낮아졌다. 입자의 균일도에 대한 기호도 결과도 찰흑미분의 첨가량이 20% 이상으로 증가할수록 저하되었다. 전체적인 선호도는 찰흑미분 10%와 20% 첨가 식빵에서 대조구와 유의적 차이가 없었고, 30%, 40% 첨가 식빵의 경우 대조구에 비해 유의적으로 선호도가 낮게 나타났다.

본 연구 결과 찰흑미분을 10%, 20% 첨가하여 제조한 식빵의 기호도가 대조구와 차이가 없었으며 20% 첨가까지는 대조구에 비해 조직감이 부드러웠고, 기호도의 차이가 없는 결과를 보였으나 그 이상 첨가시 제품의 상품성과 기호도의 저하가 현저히 나타남을 알 수 있었다. 따라서 찰흑미분 특유의 맛, 색, 향 및 영양기능성을 고려하였을 때 찰흑미분을 20%까지 첨가해도 빵의 품질특성에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 보인다.

참고문헌

- American association of cereal chemists. 1983. Approved method of the AACC. Method 10-10A. The Association, St. Paul. Minn. sec.
- American association of cereal chemists. 1985. Approved methods, The Association, St. Paul. Minn. sec. 46
- Cho JA and Cho HJ. 2000. Quality properties for injulmi made with black rice Korean J Soc Food Sci 16(3):226-231
- Cho MH, Yoon HH and Hahn TR. 1996. Thermal stability of the major color component cyanidin-3-glucoside, form a Korean pigmented rice variety in aqueous solution Korean J Soc Agric Chem Biotechnol. 39(3):245-248
- Choi GC, Na HS, Oh GS, Kim SK and Kim K. 2005. Gelatinization Properties of Waxy Black Rice Starch J Korean Soc Food Sci Nutr 34(1):87-92
- Choi JH. 2001. Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. Korean J Soc Food Cookery Sci 17(4): 323-328
- Defa G, Xu M. 1992. A study on special nutrient of purple glutinous rice. Scientia Agric Sinica 25: 36-41
- Dhingra S, Sudesh J. 2001. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. Food Chemistry 77: 479-488
- Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. J. Food Engineering 56:153-161
- Ha TY, Park SH, Lee CH and Lee SH.. 1999. Chemical composition of pigmented rice varieties Korean J Food Sci Technol 31:336-341
- Hamid AA, Luan YS. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. Food Chemistry 68: 15-19
- Hwang YK, Kim TY. 2000. Characteristics of colored rice bread using the extruded HeugJinJu rice. Korean J Soc Food Sci 16(2): 167-172
- Jeong JW, Park KJ. 2006. Quality characteristics of loaf bread added with Takju powder, Korean J Food Sci Technol 38(1):52-58
- Jung DS, Eun JB. 2003. Rheological properties of dough added with black rice flour. Korea J Food Sci Technol 35(1):38- 43
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. Korean J Food Sci Technol 34(2): 232-237
- Kim BR, Choi YS, Lee SY. 2000. Study on bread making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. J Korean Soc Food Sci Nutr 29(2): 241-247
- Kim HU. 2003. Trends and perspectives in industry of bakery. Food Sci Ind 36(4):3-12
- Kim JD. 1998. Physicochemical characteristics of black rice varieties and puffing of rice cake using black rice and medium-grain brown rice M.S. thesis, Chonnam National Univ. Gwangju
- Lee FZ and Eun JB. 1999. Manufacturing of microwavable black rice gruel with blacic rice, waxy rice and nonwaxy rice 10th World Congress of Food Sci & Technol 3-8, Sydney, Austria
- Lee FZ. 1996. Studies on heredity of pigment content in rice pericarp M.S. thesis. Yanbian National Univ. China
- Lee JS, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with black rice flour Korean J Food Cookery Sci 22(2):193-203
- Lee WJ, Jung JK. 2002. Quality characteristics and preparation of noodles form brown rice flour and colored rice flour Korean J Culinary Research 8(3):267-278
- Lee YS, Jung HO, Rhee CO. 2002. Quality characteristics of Yakwa prepared with pigmented rice. Korean J Soc Food Cookery Sci 18(5):529-533
- Oh GS, Kim K, Choi GC, Na HS, Kang GJ and Kim SK 2002. Hot-water soluble on Waxy Black Rice and Waxy Rice Flours Korean J Food Sci Technol 34(2):343-345
- Oh GS, Na HS, Lee YS, Kim K and Kim SK 2002. Texture of Cooked Milled Added Waxy Black Rice and Glutinous Rice Korean J Food Sci Technol 34(2):213-219
- Oh YA, Kim MH, Kim SD. 2001. Fermentation of dough and quality of bread with korean pigmented rice. J East Asian Soc Dietary Life 11(6): 498-505
- Park MK, Lee JM, Park CH. 2002. Comparisons on the quality characteristics of pigmented rice CholPyon with those of brown and white rice Korean J Soc Food Cookery Sci 18(5):471-475
- Ruu CH. 1999. Study on bread-making quality with of waxy barley-wheat flour. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(5): 1034-1043
- Yoon HH, Paik MJ, Kim JB and Hahn TR. 1995. Identification of anthocyanins form Korean pigmented rice Korean J Soc Agric Chem Biotechnol 38:581-583

(2006년 10월 11일 접수, 2007년 5월 17일 채택)