

찰흑미분 첨가 식빵의 저장기간별 이화학적 특성 변화

김 원 모[¶] · 이윤신¹⁾

우송정보대학 제과제빵과[¶] · 수원여자대학 식품과학부¹⁾

Physicochemical Characteristics of Loaf Bread Added with Waxy Black Rice Flour by Storage Period

Weon-Mo Kim[¶] · Yoon-Shin Lee¹⁾

Dept. of Baking & Pastry, Woosong College[¶]
Dept. of Food Science, Suwon Women's College¹⁾

Abstract

To analyze the quality characteristics of loaf bread added with waxy black rice flour by its storage period, this study stored loaf bread made of wheat flour added with 10%, 20%, 30% and 40% of waxy black rice flour for 4 days while measuring water activity, pH, chromaticity and texture. The results of the study are as follows. Based on the results of measurements of water activity of loaf bread added with waxy black rice flour by storage period, the control group and the groups added with 10% and 20% of waxy black rice flour showed significantly low water activity from the 3rd day of storage and the groups added with 30% and 40% of waxy black rice flour from the 2nd day of storage. As for pH changes over the storage period, only the group added with 40% of waxy black rice flour showed significant pH decreases from the 3rd day of storage while the control group and the groups added with 10% and 30% of waxy black rice flour showed significant pH decreases from the 2nd day of storage. As for the pH of each group of loaf bread by storage days, the loaf bread added with 40% of waxy black rice flour showed significantly higher pH compared to the control group. Brightness decreased significantly from the 2nd day of storage and the yellowness from the 3rd day of storage. As for chromaticity changes by storage days, as the amount of added waxy black rice flour increased, L values and b values decreased while redness values significantly increased. Over the storage period, hardness, gumminess and chewiness increased and the waxy black rice flour added groups showed lower increase rates compared to the control group. Especially, the groups added with 30% and 40% of waxy black rice flour showed low hardness changes. Springiness level was decreased as the addition rate of waxy black rice flour was increased, and the group added with 40% of waxy black rice flour showed the lowest springiness level. It also showed lower cohesiveness up to the 3rd day of storage compared to the day of manufacturing. Therefore, it could be seen that the loaf bread made from wheat flour added with 30% of waxy black rice flour showed better quality feature until the 3rd day of storage than the other experimental groups.

Key words: waxy black rice(WBR), loaf bread, storage, physicochemical characteristics

I. 서 론

최근 경제발전으로 인하여 식생활수준이 향상됨에 따라 암, 고혈압, 동맥경화, 당뇨병 등의 성인병이 증가하고 있으며, 고령화 사회로의 진입에 따라 건강과 행복의 추구에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다(Han KH et al 2002). 그러므로 각종 성인병 예방을 위한 자연 건강식의 개발과 기능성을 가지고 있는 식품을 요구하고 있다.

또한 현대인들의 식생활이 간편화, 서구화되어 빵과 과자의 수요가 증가하고(Jeong JW & Park KJ 2006), 빵에 대한 인식도 점차 맛이나 모양뿐 아니라 기능성에 대해서 관심이 높아지고 있는 추세이다. 소비자의 기호도가 고급화 되면서 다양한 신제품의 개발이 제과·제빵산업 경쟁력의 관건이 되고 있다(Kim HU 2003).

쌀겨층에 자홍색의 색소를 가지고 있는 흑미는 우리나라의 진도, 해남, 보성 등 일부 지역에서 생산되고 있다(Jung DS et al 2002). 일반 백미와는 달리 흑미는 현미상태로 도정되기 때문에 식이섬유, 비타민, 무기질 등의 영양소 함량이 일반 백미보다 우수하고(Defa G & Xu M 1992), 항산화·항산화 등의 활성과 인체의 종합조절 기능을 개선하고 면역기능을 강화시켜 노화방지, 질병예방, 건위 및 조혈 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Cho JA & Cho HJ 2000). 또한 흑미의 색은 안토시아닌계·탄닌계 색소로서 식품첨가용 천연색소로 이용되고 있으며, 독특한 향미를 가진다(Lee JS & Oh MS 2006).

국내에서 제과제빵 분야에 흑미를 적용시킨 연구로는 팽화 흑진주미(Hwang YK & Kim TY 2000)와 흑미가루(Jung DS et al 2002)를 이용한 식빵의 품질 특성에 대한 연구와 흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성(Jung DS & Eun JB 2003), 흑미첨가가 바게트의 품질특성에 미치는 영향(Lim JK et al 2003)과 흑미가루 첨가 쿠키의 품질특성(Lee JS & Oh MS 2006)에 대한 연구

가 있다.

대부분의 흑미에 대한 연구는 멥쌀 유색미에 국한되며 찰흑미에 대한 연구는 전분의 호화특성(Choi GC et al 2005), 전분의 열수용성 물질 추출(Oh GS et al 2002), 유색미와 현미가루를 첨가한 국수의 품질특성(Lee WJ & Jung JK 2002), 찰흑미를 첨가한 혼합밥의 텍스처에 대한 연구(Oh GS et al 2002)가 있을 뿐 아직까지 미비한 실정이다. 찰흑미는 아밀로펙틴의 함량이 일반 흑미보다 높으면서 흑미의 기능성을 갖는 곡물이다. 특히 전분이 다량 함유되어 있는 제품의 저장성 및 노화도는 전분의 종류, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율, 전분입자의 크기, 저장온도, 수분함량 등에 따라 달라지므로(Kang MY et al 1997) 찰흑미 식빵의 저장성은 일반 쌀가루를 첨가하거나, 흑미가루를 첨가한 것과는 차이가 날 것으로 예상되며, 만약 저장성 효과가 입증된다면 저장성에 덧붙여 흑미 고유의 기능성을 부여할 수 있어 기능성 식빵으로서의 개발가치가 있다고 사료된다. 따라서 본 연구에서는 찰흑미분을 첨가한 식빵의 저장기간별 품질특성의 변화를 측정함으로써 찰흑미분 첨가 식빵의 상품화를 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용된 찰흑미분은 함양농협 찰흑미(상해향혈나)를 대전 소재 마트에서 구입하여 3회 수세한 후 상온에서 1시간 동안 수침하여 체에 건져 30분 동안 물기를 뺀 후 제분하여(roll mill, 경창정밀, Seoul, Korea) 60 mesh 체를 통과시켜 사용하였으며, 찰흑미분 첨가 식빵을 만들기 위하여 밀가루((주)대한제분, 강력분), 이스트((주)오뚜기, 생이스트), 식염(백조표 꽃소금), 버터(삼립유지, 가염버터), 설탕(제일제당, 정백당), 탈지분유(서울우유 협동조합)를 준비하였다.

2. 찰흑미분을 첨가한 반죽조성

찰흑미분의 첨가량을 결정하기 위해 예비 실험한 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

식빵의 제조를 위한 배합비율은 <Table 1>과 같으며, 제빵 제조공정은 AACCC법(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 3분간 반죽을 하고 유지를 투입한 다음 중속으로 10분간 반죽하여 최종 단계에 이르도록 하였다. 1차 발효는 온도 27℃, 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 식빵팬(215×95×95 mm)에 넣은 다음 온도 37℃, 습도 85% 조건에서 40분간 2차 발효를 하였다.

2차 발효 후 170/200℃의 오븐에서 30분간 구웠다. 완성된 식빵을 실온(온도 22℃±2, 습도 75%±10)에서 2시간 식힌 후 수분 활성도, pH, 색도, 텍스처를 측정하였고, 항온항습기(온도 22℃±2)에서 4일간 저장하면서 1일 간격으로 시료를 취하여 실험을 실시하였다.

4. 수분활성도 측정

제조한 식빵을 22℃의 항온기에서 4일간 저장하면서 1일 간격으로 빵의 중심 crumb 부분을 5 g 정도 잘라 시료를 고루 분쇄한 후, 수분활성측정기(Pawkit, Decagon Devices, INC, USA)를 사용하여 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

5. pH 측정

시료 5 g을 증류수 50 mL에 넣고 3분간 2400 rpm으로 homogenizer PT-MR 3000(POLYTRON, Switzerland)를 이용하여 균질화한 다음 5분간 방치한 후 상층액을 pH meter(Orion, 203A, U.S.A)로 3회 측정하고 평균값을 구하는 방법으로 제조 당일부터 저장 4일까지의 pH 변화를 측정하였다.

6. 색도 측정

제조한 식빵의 crumb 단면을 잘라(3×3×1 cm) 분광측색계(Color Techno System Co. JX777,

<Table 1> Formula for loaf bread prepared from wheat flour with different amounts of waxy black rice flour

Ingredients	Addition amount of waxy black rice flour (Baker's %)				
	Control ¹⁾	B1	B2	B3	B4
Bread 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
Skim milk powder	3	3	3	3	3

¹⁾Control : 100% of wheat flour

B1~B4 : Wheat flour added with 10, 20, 30, and 40% of waxy black rice flour (relative percent ratio of flour basis)

Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 3회 측정하고 평균값을 구하였다(Ryu CH 1999). 이때 사용된 표준 백판의 L값은 97.10, a값은 -0.02, b값은 1.82이었다. 이후 4일간 동일한 방법으로 색도의 변화를 측정하였다.

7. 텍스처 측정

제조한 식빵의 저장기간별 텍스처 측정시 가로 30 mm, 세로 30 mm, 두께 10 mm로 잘라 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)를 이용하여 <Table 2>와 같은 조건으로 제조당일과 4일간 저장하면서 시료의 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)의 변화를 측정하였다.

8. 통계분석

조사에서 얻어진 모든 자료는 SPSS win 10.0 PC+통계 program을 활용하여 평균±표준편차를 구하였으며 찰흑미분 첨가량에 따른 차이는 Duncan's multiple range test로 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분활성도

찰흑미분 첨가 식빵의 저장기간별 수분활성도 측정 결과는 <Table 3>과 같다. 수분활성도는 제

품의 노화 및 안정성에 영향을 미칠 수 있는 요인 중의 하나로(Kim MY & Chun SS 2009) 대조군(0.95)과 찰흑미분 10%, 20%를 각각 첨가한 B1, B2군(0.93, 0.94)은 저장 3일째부터 유의적으로 낮은 수분활성도를 보인 반면 찰흑미분 30%와 40% 각각 첨가한 B3, B4군(0.94, 0.94)은 저장 2일째부터 유의적으로 낮은 수분활성도를 보였다. 특히 저장 4일째에는 대조군을 비롯한 모든 실험군의 수분활성도가 저하됨을 볼 수 있었다.

저장일별 찰흑미분 첨가량에 따른 수분활성도의 차이를 분석한 결과, 저장 1일째에는 찰흑미분 첨가량에 따른 수분활성도의 유의적인 차이가 보이지 않았다. 저장 2일째에는 찰흑미분 20%를 첨가한 B2군(0.92) 부터 유의적으로 낮은 수분활성도를 보였으며, 저장 3일째의 경우에는 찰흑미분 40%를 첨가한 B4군(0.91)이 유의적으로 낮은 수분활성도를 보였다. Lee SW & Rhee CH(1994)은 수분함량이 15% 정도를 나타내는 수분활성도 0.52 및 0.75에서는 노화가 매우 느리게 일어난 반면에 그 이상의 수분함량을 갖는 수분활성도 0.8이상에서는 노화가 보다 빠르게 일어난다고 보고하였다. 본 연구에서는 찰흑미분 첨가 식빵의 수분활성도가 0.8이상 되어 노화가 빠르게 진행될 것으로 보이며, 찰흑미분 첨가량을 달리하였을 경우 수분활성도 차이가 나타나지 않아 찰흑미 첨가에 따른 수분활성도 차이로 인한 저장성 지연 효과를 기대하기가 어려운 것으로 보인다.

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

Items	Condition
Sample size	30×30×10 mm
Probe	ø 30 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

<Table 3> Water activity of loaf bread prepared from wheat flour with different amounts of waxy black rice flour during storage at 22°C for 4 days

1)Sample	Storage days				
	0	1	2	3	4
Control	^{Q2)} 0.95±0.02 ³⁾	^Q 0.94±0.00	^Q 0.93±0.01 ⁴⁾	^R 0.91±0.01 ^{ab}	^R 0.88±0.00
B1	^Q 0.93±0.01	^Q 0.93±0.01	^{QR} 0.93±0.00 ^a	^R 0.92±0.00 ^a	^R 0.88±0.00
B2	^Q 0.94±0.00	^{QR} 0.93±0.01	^{RS} 0.92±0.01 ^b	^S 0.92±0.00 ^a	^T 0.88±0.01
B3	^Q 0.94±0.00	^Q 0.93±0.01	^R 0.92±0.00 ^b	^R 0.92±0.01 ^{ab}	^S 0.88±0.01
B4	^Q 0.94±0.00	^Q 0.94±0.01	^R 0.91±0.00 ^c	^R 0.91±0.01 ^b	^S 0.88±0.00

¹⁾Control : 100% of wheat flour, B1~B4 : Wheat flour added with 10, 20, 30, and 40% of waxy black rice flour (relative percent ratio of flour basis)

²⁾Q-T : Means with different letters within a row are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncans's multiple range test.

³⁾Values are mean ± S.D.

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

2. pH의 변화

찰흑미분을 10, 20, 30, 40%를 각각 첨가한 식빵을 4일간 저장하면서 pH의 변화를 살펴본 결과는 <Table 4>와 같다. 대조군은 제조 당일의 pH가 5.9였고 저장 2일째부터 pH 5.73으로 제조당일에 비해 유의적으로 낮아졌고 3일째 pH의 값은 5.52로 감소하였다. 찰흑미분 10%와 30%를 각각 첨가한 B1, B3군은 저장 2일부터 제조 당일 보다 유의적인 pH 감소를 보였고 저장 3일부터는 유의적 변화가 없었다. 찰흑미분 20%를 첨가한 B2군

은 저장기간에 따른 pH의 유의적인 차이를 볼 수 없었다. 찰흑미분 40%를 첨가한 B4군은 빵은 저장 3일부터 제조당일 보다 유의적인 pH 감소를 나타냈다. 일반적인 식빵의 pH는 5.2~5.8이며(신언환 등 2005) 저장기간 동안 낮아지는 경향을 보였으나 정상범위에서 벗어나지 않은 것으로 조사되었다. 저장일별 각 식빵의 pH는 찰흑미분 40%를 첨가한 B4군이 저장 2일째부터 대조구에 비해 유의적으로 높은 pH를 나타내었다. 흑미를 이용한 무증자 유색주 제조시에도 흑미첨가량이 증가

<Table 4> Change of pH in loaf bread prepared from wheat flour with different amounts of waxy black rice flour during storage at 22°C for 4 days

1)Sample	Storage days				
	0	1	2	3	4
Control	^{Q2)} 5.90±0.06 ³⁾⁴⁾	^{QR} 5.86±0.01 ^b	^R 5.73±0.18 ^b	^S 5.52±0.03 ^b	^S 5.52±0.05 ^c
B1	^Q 6.04±0.07 ^{ab}	^{QR} 5.98±0.01 ^{ab}	^{RS} 5.84±0.04 ^{ab}	^S 5.76±0.13 ^a	^S 5.71±0.01 ^b
B2	5.93±0.08 ^{ab}	5.93±0.09 ^{ab}	5.80±0.21 ^{ab}	5.80±0.01 ^a	5.79±0.08 ^{ab}
B3	^Q 6.01±0.07 ^{ab}	^{QR} 5.95±0.06 ^{ab}	^R 5.86±0.02 ^{ab}	^S 5.69±0.00 ^{ab}	^S 5.75±0.07 ^{ab}
B4	^Q 6.05±0.08 ^a	^{QR} 6.00±0.05 ^a	^Q 6.06±0.08 ^a	^{RS} 5.92±0.02 ^a	^S 5.86±0.01 ^a

¹⁾Control : 100% of wheat flour, B1~B4 : Wheat flour added with 10, 20, 30, and 40% of waxy black rice flour (relative percent ratio of flour basis)

²⁾Q-T : Means with different letters within a row are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncans's multiple range test.

³⁾Values are mean ± S.D.

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

함에 따라 6일간의 발효기간 내내 pH가 높아짐을 확인할 수 있었다(Kim SD et al 2000).

3. 색도 변화

찰흑미분을 첨가한 식빵을 제조당일 부터 4일간 실온에서 저장하면서 색도 변화를 측정 한 결과는 <Table 5>와 같다. 식빵의 제조 당일 대조군의 L값은 66.87이었고 저장 1일째는 69.82로 제조당일에 비해 유의적으로 높게 나타났으며 4일째는 56.12로 저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였다. 10%를 첨가한 B1군은 저장 1일째는 제조 당일과 유의적 차이가 없었고 저장 2일째부터 감소하는 결과를 보였다. 20%를 첨가한 B2군은 저장 1일째는 당일보다 L값이 높았고 저장 2일째부터 제조당일에 비해 낮아지는 결과를

보였다. 30%를 첨가한 B3군은 저장 1일째는 높았지만 저장 기간에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 40%를 첨가한 B4군의 경우는 저장 1일째는 제조당일에 비해 유의적으로 높게 나타났지만 저장 2일과 3일은 1일에 비해 유의적 차이는 없었고 저장 4일째 낮아졌다. 저장일별 각 식빵의 L값은 찰흑미분 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아지는 명도 변화를 나타내었다.

적색도 a값은 제조당일 대조군이 -2.66으로 나타났으며 저장 1일째 -3.83으로 제조당일 보다 낮았고 저장 기간이 경과함에 따라 높아지는 결과를 보였다. 10%를 첨가한 B1군은 제조 당일 보다 저장 1일째 높게 나타났고 2일부터 저장 기간의 경과에 따른 a값의 변화가 제조 당일 보다 높았

<Table 5> Change of Hunter L, a, b values of crumb color in loaf bread prepared from wheat flour with different amounts of waxy black rice flour during the storage at 22°C for 4 days

	1) Sample	Storage days				
		0	1	2	3	4
L	Control	^{R2)} 66.87±1.01 ^{3)a4)}	^Q 69.82±1.06 ^a	^S 60.57±1.64 ^a	^T 58.01±0.36 ^a	^T 56.12±1.85 ^a
	B1	^Q 52.11±0.96 ^b	^Q 49.36±1.88 ^b	^R 43.22±0.77 ^b	^R 44.95±0.92 ^b	^R 42.44±2.36 ^b
	B2	^R 40.03±1.44 ^c	^Q 45.29±1.44 ^c	^S 34.17±2.34 ^c	^S 32.53±2.28 ^c	^S 32.63±2.43 ^c
	B3	^R 27.76±0.81 ^d	^Q 37.95±0.79 ^d	^R 27.23±1.69 ^d	^R 26.90±2.54 ^d	^R 25.68±1.22 ^d
	B4	^S 12.61±1.21 ^c	^Q 21.90±1.06 ^c	^Q 22.31±1.36 ^c	^Q 20.66±2.96 ^c	^R 17.49±0.76 ^e
a	Control	^R -2.66±0.22 ^c	^S -3.83±0.14 ^d	^Q -1.79±0.68 ^d	^Q -1.45±0.06 ^d	^Q -1.31±0.35 ^d
	B1	^S 2.26±0.36 ^d	^Q 4.59±0.26 ^{bc}	^{QR} 4.01±0.94 ^c	^R 3.39±0.45 ^c	^{QR} 3.82±0.34 ^c
	B2	^Q 5.21±0.38 ^c	^R 4.14±0.61 ^c	^Q 5.73±0.57 ^b	^Q 5.34±0.79 ^b	^Q 6.60±0.29 ^b
	B3	^S 5.84±0.43 ^b	^S 5.98±0.53 ^{ab}	^S 6.23±0.44 ^{ab}	^S 6.74±0.43 ^a	^S 6.58±0.53 ^a
	B4	^Q 9.04±0.23 ^a	^R 7.34±1.61 ^a	^R 6.96±0.39 ^a	^R 7.23±0.12 ^a	^R 7.04±0.24 ^a
b	Control	^{QR} 8.08±0.59 ^a	^Q 8.88±0.21 ^a	^R 7.57±0.50 ^a	^R 7.59±0.57 ^a	^{QR} 8.14±0.30 ^a
	B1	^R 5.90±0.17 ^{bc}	^Q 7.73±0.22 ^b	^R 6.58±0.71 ^b	^R 6.04±0.09 ^b	^R 5.92±0.23 ^b
	B2	^S 5.65±0.56 ^{bc}	^S 6.14±0.56 ^c	^S 5.51±0.30 ^c	^S 5.52±0.17 ^{bc}	^S 5.57±0.30 ^{bc}
	B3	^{QR} 5.18±0.31 ^c	^Q 5.62±0.13 ^{cd}	^R 5.07±0.16 ^c	^{QR} 5.50±0.32 ^{bc}	^{QR} 5.48±0.36 ^{bc}
	B4	^Q 6.24±0.12 ^d	^R 5.48±0.37 ^d	^S 4.85±0.16 ^c	^S 4.96±0.23 ^c	^{RS} 5.18±0.06 ^c

¹⁾Control : 100% of wheat flour, B1~B4 : Wheat flour added with 10, 20, 30, and 40% of waxy black rice flour (relative percent ratio of flour basis)

²⁾Q~T : Means with different letters within a row are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncan's multiple range test.

³⁾Values are mean ± S.D.

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

다. 20%첨가 B2군은 저장 1일째만 제조당일 보다 낮은 결과를 나타냈고 저장 2일부터 4일 까지의 변화는 당일과 유의적인 변화를 볼 수 없었다. 30%첨가 B3군은 제조 당일에 비해 저장 기간에 따른 유의적인 변화가 없었다. 40% 첨가 B4군의 경우 저장 1일은 제조 당일 보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈지만 1일 이후부터 저장 기간에 따른 변화는 없었다. 저장일별 각 식빵의 a값은 찰흑미 가루의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

찰흑미분을 첨가한 식빵의 저장 기간별 황색도 b값은 대조군과 찰흑미분 30%를 첨가한 B3군의 경우 저장 1일째가 가장 높았고, 저장 2일이 가장 낮았다. 찰흑미분 10%를 첨가한 B1군은 저장 1일째가 제조당일 보다 높았고 저장 2일째부터는 제조당일과 비교 했을 때 유의적 차이가 없었다. 찰흑미분 20%첨가 B2군은 저장 기간에 따른 황색도의 변화가 나타나지 않았다. 찰흑미분 40%를 첨가한 B4군은 저장 4일간 모두 제조 당일 보다 b값이 유의적으로 감소하는 결과가 나타났다. 저장일별 찰흑미분 첨가량에 따른 b값은 대조군이 가장 높았고 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였다.

유색미 색소에 대한 안정성을 분석한 Yoon HH 등(1995)은 유색미의 안토시아닌 색소는 pH 2.0과 3.0에서 붉은 색을 나타내었고 pH 9.0에서는 청색을 나타내 유색미 색소는 산성조건에서 안정하다고 보고하였다. 본 결과는 흑미 첨가량이 증가함에 따라 빵 색의 밝기가 감소하고 적색도가 증가하였다는 보고를 한 Hwang YK & Kim TY(2000)의 연구와 같이 찰흑미분을 첨가하여 빵을 만들 경우 찰흑미에 함유된 안토시아닌 색소에 의해 빵의 내부 색이 짙어지는 결과를 볼 수 있었다.

4. 텍스처 특성

찰흑미분을 첨가한 식빵을 4일간 실온에서 보

관 하면서 저장 기간별 텍스처 변화를 측정된 결과는 <Table 6>과 같다.

경도의 변화를 살펴보면 대조군의 제조 당일 경도는 122.47이었고 저장 3일째와 4일째에 경도 변화가 가장 높게 나타났다. 10%를 첨가한 B1군은 제조 당일의 경도가 108.40에서 저장 4일째는 334.90으로 증가되었으며 20%를 첨가한 B2군은 113.00에서 273.50으로, 30%를 첨가한 B3군은 122.93에서 264.00으로 40%를 첨가한 B4의 경우 157.80에서 291.07로 유의적으로 증가되었다.

전반적으로 모든 식빵의 저장 기간이 경과됨에 따라 경도가 증가 하였으며 대조군의 경도 증가율이 가장 높은 반면, 찰흑미분 30%, 40%를 각각 첨가한 B3, B4군에서 낮은 변화를 나타냈다. 찰흑미분의 첨가량이 증가할수록 경도의 변화가 적게 나타났는데 일반쌀의 아밀로오스 함량이 21.9%인데 비해 찰흑미의 아밀로오스 함량은 0.7%라고 보고한 Kim JW(2001)의 연구와 쌀의 품종별로 증편을 제조하여 4일간 저장하며 텍스처를 측정된 결과 아밀로스 함량이 가장 낮은 glutinous 품종인 한강찰벼 제품이 non glutinous 품종인 다른 제품에 비해 경도 변화율이 가장 낮았다고 보고한 Choi YH & Kang MY(1994)의 연구와 같이 찰흑미는 아밀로오스에 비해 아밀로펙틴의 비율이 높아 노화가 지연된 것으로 볼 수 있다.

저장일별 첨가량의 증가에 따른 경도 차이는 저장 1일째부터 찰흑미분 첨가식빵이 대조군 보다 낮은 경도를 보였으며, 찰흑미분 30% 첨가시 가장 낮은 경도를 나타내었다.

찰흑미분 첨가 식빵의 탄력성 변화는 분석한 결과, 찰흑미분 30%첨가 식빵의 경우 저장 4일째가 제조당일에 비해 유의적인 탄력성 증가를 보였다. 그리고 나머지 식빵은 모두 제조 당일과 유의적인 탄력성 변화를 나타내지 않았다. 저장일별 각 첨가량의 증가에 따른 식빵의 탄력성 변화는 제조 당일의 변화와 같은 경향을 보여 대조군

<Table 6> Change of the texture analysis of loaf bread crumb prepared from wheat flour with different amounts of waxy black rice flour during storage at 22°C for 4 days

	1)Sample	Storage days				
		0	1	2	3	4
Hardness (g)	Control	^{U2)} 122.47 ± 0.45 ^{3) b4)}	^T 208.20 ± 19.08 ^{ab}	^S 287.90 ± 18.95 ^a	^R 330.53 ± 15.32 ^a	^Q 455.13 ± 14.46 ^a
	B1	^U 108.40 ± 3.41 ^c	^T 189.27 ± 8.66 ^{bc}	^S 238.07 ± 16.49 ^b	^R 276.67 ± 21.24 ^b	^Q 334.90 ± 9.19 ^b
	B2	^U 113.00 ± 2.38 ^c	^T 179.67 ± 6.83 ^c	^S 226.23 ± 8.40 ^b	^R 254.77 ± 12.38 ^{bc}	^Q 273.50 ± 7.00 ^{cd}
	B3	^T 122.93 ± 1.17 ^b	^S 145.47 ± 7.27 ^d	^S 157.33 ± 5.24 ^c	^R 192.57 ± 13.81 ^d	^Q 264.00 ± 3.75 ^d
	B4	^T 157.80 ± 4.62 ^a	^T 213.63 ± 13.29 ^a	^{RS} 216.30 ± 13.48 ^b	^R 238.83 ± 18.48 ^c	^Q 291.07 ± 11.92 ^c
Springiness (%)	Control	0.92 ± 0.01 ^a	0.89 ± 0.00 ^a	0.91 ± 0.02 ^a	0.91 ± 0.01 ^a	0.92 ± 0.01 ^a
	B1	0.89 ± 0.01 ^b	0.89 ± 0.02 ^a	0.88 ± 0.01 ^{ab}	0.89 ± 0.01 ^a	0.86 ± 0.05 ^{ab}
	B2	0.85 ± 0.01 ^c	0.89 ± 0.02 ^a	0.85 ± 0.01 ^b	0.87 ± 0.02 ^a	0.83 ± 0.05 ^b
	B3	^R 0.78 ± 0.00 ^d	^R 0.80 ± 0.00 ^b	^R 0.80 ± 0.03 ^c	^R 0.77 ± 0.03 ^b	^Q 0.85 ± 0.02 ^b
	B4	0.79 ± 0.02 ^d	0.74 ± 0.02 ^c	0.75 ± 0.03 ^d	0.77 ± 0.04 ^b	0.76 ± 0.01 ^c
Cohesiveness (%)	Control	0.59 ± 0.02 ^{ab}	0.58 ± 0.01 ^a	0.57 ± 0.03 ^a	0.54 ± 0.03 ^{bc}	0.59 ± 0.04 ^{ms5)}
	B1	^{QR} 0.58 ± 0.01 ^{ab}	^S 0.56 ± 0.01 ^{ab}	^{RS} 0.56 ± 0.02 ^a	^{RS} 0.56 ± 0.02 ^{abc}	^Q 0.59 ± 0.01
	B2	0.59 ± 0.01 ^{ab}	0.56 ± 0.01 ^a	0.55 ± 0.01 ^{ab}	0.59 ± 0.02 ^a	0.62 ± 0.05
	B3	0.57 ± 0.01 ^b	0.56 ± 0.03 ^a	0.56 ± 0.03 ^a	0.58 ± 0.03 ^{ab}	0.57 ± 0.04
	B4	^Q 0.61 ± 0.02 ^a	^{RS} 0.53 ± 0.02 ^b	^S 0.51 ± 0.02 ^b	^{RS} 0.53 ± 0.01 ^c	^{QR} 0.57 ± 0.03
Gumminess (g)	Control	^T 72.83 ± 2.49 ^b	^S 119.99 ± 9.54 ^a	^R 163.49 ± 10.19 ^a	^R 179.33 ± 4.74 ^a	^Q 270.28 ± 15.44 ^a
	B1	^U 63.22 ± 2.36 ^d	^T 105.35 ± 5.49 ^{bc}	^S 133.21 ± 5.51 ^b	^R 155.18 ± 10.63 ^b	^Q 199.00 ± 9.61 ^b
	B2	^U 66.36 ± 0.82 ^{cd}	^T 101.24 ± 5.26 ^c	^S 124.22 ± 5.60 ^b	^R 151.37 ± 8.17 ^b	^Q 168.37 ± 11.27 ^c
	B3	^T 69.45 ± 1.14 ^c	^S 81.69 ± 3.51 ^d	^C 87.61 ± 2.17 ^d	^R 110.84 ± 8.13 ^c	^Q 150.36 ± 11.05 ^c
	B4	^S 95.83 ± 5.05 ^a	^{RS} 112.70 ± 2.65 ^{ab}	^{RS} 110.95 ± 3.68 ^c	^R 126.41 ± 11.96 ^c	^Q 166.45 ± 16.32 ^c
Chewiness (g)	Control	^T 66.99 ± 2.74 ^b	^S 107.22 ± 8.81 ^a	^R 147.96 ± 6.65 ^a	^R 162.44 ± 5.06 ^a	^Q 247.66 ± 14.53 ^a
	B1	^U 56.59 ± 2.50 ^c	^T 94.06 ± 3.14 ^b	^S 117.47 ± 6.38 ^b	^R 138.70 ± 9.79 ^b	^Q 172.29 ± 16.63 ^b
	B2	^T 56.29 ± 0.29 ^c	^S 86.85 ± 4.77 ^{bc}	^R 105.36 ± 3.08 ^c	^Q 131.17 ± 10.14 ^b	^Q 139.26 ± 16.55 ^c
	B3	^T 54.07 ± 1.06 ^c	ST 63.41 ± 2.74 ^d	^S 70.03 ± 4.37 ^c	^R 85.40 ± 8.97 ^c	^Q 127.42 ± 10.40 ^c
	B4	^S 76.00 ± 4.90 ^a	^{RS} 83.09 ± 3.64 ^c	^{RS} 83.64 ± 2.80 ^d	^R 97.95 ± 14.05 ^c	^Q 126.33 ± 13.32 ^c

1) Control : 100% of wheat flour, B1~B4 : Wheat flour added with 10, 20, 30, and 40% of waxy black rice flour (relative percent ratio of flour basis)

2) Q~T : Means with different letters within a row are significantly different at α=0.05 level as determined by Duncan's multiple range test.

3) Values are mean ± S.D.

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

이 가장 높았고 찰흑미분 첨가량이 증가함에 따라 낮아져 40%를 첨가한 B4군이 가장 낮은 탄력성을 보였다. Choi YH 와 Kang MY(1994)은 연구에서 찰벼 품종의 경우 저장 기간이 경과함에 따라 탄력성이 증가한다고 하여 찰흑미분 30% 첨가군에서 저장 4일째 탄력성이 증가한 본 실험 결

과와 같은 경향을 보였다.

응집성 변화를 조사한 결과, 대조군, 찰흑미분을 각각 20%, 30%를 첨가한 B2, B3군은 저장기간에 따른 응집성이 유의적 차이를 보이지 않았다. 찰흑미분을 10%첨가한 B1군의 경우 제조당

일에 비해 저장 1일째의 응집성이 감소하였다. 찰흑미분 40%를 첨가한 B4군은 제조당일에 비해 저장 3일째까지 낮은 응집성을 보였다.

저장일별 찰흑미가루 첨가량 증가에 따른 응집성의 차이를 살펴보면 제조당일에는 찰흑미분을 40% 첨가한 B4군이 가장 높은 반면, 저장 1일~3일에는 찰흑미분을 40% 첨가한 군이 가장 낮은 응집성을 보였다.

검성과 씹힘성은 저장기간이 증가함에 따라 모든 군에서 유의적인 증가를 보였으며 대조군이 찰흑미분 첨가군 보다 현저히 높은 검성과 씹힘성 증가를 보였다. 저장일별 비교에서는 제조당일의 경우 대조군이 찰흑미 첨가군보다 유의적으로 낮은 검성과 씹힘성을 보였으나 저장 1일부터 대조군의 검성과 씹힘성이 증가하고 찰흑미분 첨가군이 감소하는 경향을 나타내었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 찰흑미분을 첨가한 식빵의 저장기간별 품질특성을 분석하고자 찰흑미분을 밀가루에 10%, 20%, 30%, 40% 첨가하여 제조한 식빵을 4일간 저장하며 수분활성도, pH, 색도, 텍스처를 측정하였고 그 결과는 다음과 같다.

찰흑미분 첨가 식빵의 저장기간별 수분활성도 측정 결과 대조군과 찰흑미분을 각각 10%, 20% 첨가한 B1, B2군은 저장 3일째부터, 찰흑미분 30%와 40%를 첨가한 B3, B4군은 저장 2일째부터 유의적으로 낮은 수분 활성도를 보였다.

저장기간에 따른 pH의 변화는 찰흑미분 40% 첨가군만이 저장 3일째부터 유의적인 pH 감소를 보인 반면 대조군, 10%, 30% 첨가군은 저장 2일째부터 유의적인 pH 감소를 보였다. 저장일별 각 식빵의 pH는 찰흑미분 40% 첨가 식빵이 대조군에 비해 유의적으로 높은 pH를 나타내었다.

명도와 b값은 저장 2일째부터 유의적으로 감소하였고 저장일별 색도변화는 찰흑미분 첨가량

이 증가함에 따라 L값과 b값은 감소한 반면 적색도 a 값은 증가하는 경향을 나타내었다.

Texture검사 결과 저장 기간이 경과됨에 따라 경도, 검성, 씹힘성이 증가 하였으며 찰흑미분 첨가군의 경우 대조군에 비해 낮은 증가율을 보였다. 특히 찰흑미분 30%와 40% 첨가군이 낮은 경도변화를 보였다. 탄력성은 찰흑미분 첨가량이 증가함에 따라 낮아져 40% 첨가군이 가장 낮은 탄력성을 나타내었다. 찰흑미분 40% 첨가군은 저장 3일 까지는 제조당일에 비해 낮은 응집성을 보였다. 따라서 찰흑미분 첨가는 식빵의 저장성 향상에 기여하는 부분이 미약하나 찰흑미분 30%를 첨가하여 제조한 식빵은 다른 실험군에 비해 저장 3일까지는 품질 특성면에서 더 나은 결과를 보임을 알 수 있었다.

한글 초록

찰흑미분을 첨가한 식빵의 저장기간별 품질특성을 분석하기 위하여 본 연구에서는 찰흑미분을 밀가루에 10%, 20%, 30%, 40% 첨가하여 제조한 식빵을 4일간 저장하며 수분활성도, pH, 색도, 텍스처를 측정하였고 그 결과는 다음과 같다. 찰흑미분 첨가 식빵의 저장기간에 의한 수분활성도 측정결과를 기초로 했을 때, 대조군과 찰흑미분을 10%, 20% 첨가한 군은 저장 3일째부터, 찰흑미분 30%와 40%를 첨가한 군은 저장 2일째부터 유의적으로 낮은 수분 활성도를 보였다. 저장기간 동안의 pH의 변화에 대해서는 찰흑미분 40% 첨가군만이 저장 3일째부터 유의적인 pH 감소를 보인 반면 대조군, 10%, 30% 첨가군은 저장 2일째부터 유의적인 pH 감소를 보였다. 저장일에 의한 각 식빵군의 pH에 대해서는 찰흑미분 40% 첨가 식빵이 대조군에 비해 유의적으로 높은 pH를 보였다. 저장일에 따른 색도변화를 살펴보면 명도는 저장 2일째부터, 황색도는 저장 3일째부터 유의적으로 감소하였다. 찰흑미분 첨가량이 증가함에 따라 L값과 b값은 감소한 반면 적색도 값

은 유의적으로 증가하였다. 저장기간 동안 경도, 감성, 씹힘성은 증가하였고, 찰흑미분 첨가군은 대조군에 비해 낮은 증가율을 보였다. 특히 찰흑미분 30%와 40% 첨가군이 낮은 경도변화를 보였고, 탄력성에 대해서는 찰흑미분 첨가율이 증가함에 따라 탄력성이 감소되어 40% 첨가군이 가장 낮은 탄력성을 보였다. 찰흑미분 40% 첨가군은 저장 3일 까지는 제조당일에 비해 더 낮은 응집성을 보였다. 따라서 찰흑미분 30%를 첨가한 식빵은 다른 실험군 보다 저장 3일까지 더 좋은 품질특성을 보인다고 할 수 있다.

참고문헌

- 신언환, 김해룡, 국승욱, 이준열(2005). 제과제빵 이론, 효일, pp 110, 서울
- American association of cereal chemists (1983). Approved method of the AACC. Method 10-10A. The Association, St. Paul. Minn. sec.
- Cho JA · Cho HJ (2000). Quality properties for injulmi made with black rice. *Korean J Soc Food Sci*. 16(3):226-231
- Choi GC · Na HS · Oh GS · Kim SK · Kim K (2005). Gelatinization properties of waxy black rice starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34(1): 87-92
- Choi YH, Kang MY (1994). Studies on processing adaptability of rice varieties for the preparation of Jeung pyun. *J East Asian Soc Dietary Life* 4(3):67-74
- Defa G · Xu MA (1992). A study on special nutrient of purple glutinous rice. *Scientia Agrica Sinica* 25:36-41
- Hwang YK · Kim TY (2000). Characteristics of colored rice bread using the extruded Heug JinJu 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 · 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
- Jung DS, Eun JB (2003). Rheological properties of dough add with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35(1):38-43
- Kang MY · Choi YH · Choi HC (1997). Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(5):886-891
- Kim HU (2003). Trends and perspectives in industry of bakery. *Food Sci Ind* 36(4):3-12
- Kim JW (2001). Physicochemical & antioxidative properties of *Oryza sativa* L. M.S. Theses, Korea Univ. 1-57, Seoul
- Kim MY · Chun SS (2009). Changes in shelf-life, water activity, and texture of rye-wheat mixed bread with naturally fermented raisin extract and rye sourdough during storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 25(2):170-179
- Kim SD · Kim MH · Ham SS (2000) Preparation and quality of Uncooked-colore wine using black rice *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(2): 224-230
- Lee JS · Oh MS (2006). Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J. Food Cookery Sci* 22(2):193-203
- Lee SW · Rhee CH (1994). The Effect of water activity and temperature on the retrogradation rate of gelatinized corn starch. *Korean J Food Sci Technol* 26(4): 370-374
- Lee WJ · Jung JK (2002). Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J Culinary*

- Res 8(3):267-278
- Lim JK, Park IK, Kim YH, Kim SD (2003). Effect of pigmented rice on the quality characteristics of baguette. *J East Asian Soc Dietary Life* 13(2): 130-135
- Oh GS · Kim K · Choi GC · Na HS · Kang GJ · 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 · Kim SK (2002). Texture of cooked milled added waxy black rice and glutinous rice. *Korean J Food Sci Technol* 34(2):213-219
- Yoon HH · Paik YS · Kim JB · Hahn TR. (1995) Identification of anthocyanins form Korean pigmented rice. *Korean J Soc Agric Chem Biotechnol* 38(6):581-583
- Ryu CH (1999). Study on bread-making quality with of waxy barley-wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(5):1034-1043
-
- 2010년 12월 7일 접 수
 2010년 12월 31일 1차 논문수정
 2011년 1월 17일 2차 논문수정
 2011년 1월 19일 게재 확정