

흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성

정동식 · 은종방*

전남대학교 응용생물공학부 식품공학전공 · 농업과학기술연구소

Rheological Properties of Dough Added with Black Rice Flour

Dong-Sik Jung and Jong-Bang Eun*

Division of Bioscience and Biotechnology and
Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University

The rheological properties of wheat flour and black rice flour dough were investigated in dough added with 0, 10, 20, and 30% of black rice flour (BRF). Increase in BRF concentration resulted in: decreases in protein and gluten contents, whereas ash content increased; decreases in water absorption, stability, development time, elasticity, and valorimeter value of the dough, whereas increase in weakness of the dough, as revealed through farinogram; low initial pasting temperature and temperature at peak viscosity, and decreases in viscosity at peak point and at 94°C, as revealed through amylogram; decreases in extensibility, resistance to extension, and energy, whereas increase in R/E ratio, as revealed through extensogram.

Key words: black rice flour, dough, rheological properties

서 론

흑미⁽¹⁾는 쌀겨층에 자홍색의 색소를 가지고 있는 쌀로 주요 생산지는 중국이나 동남아시아 지역이고 우리나라의 경우 진도, 해남, 보성 등 일부지역에서 생산되고 있다.

흑미의 영양성분을 살펴보면 풍부한 단백질(protein), 식물성지방(phytofats), 섬유소(cellulose)와 무기질인 Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Se, Ca, P이 풍부하고 vitamin B₁, B₂, B₆, D, E 와 niacin을 함유하고 있다. 특히 흑미에는 보통 흰쌀에는 결핍된 vitamin C(ascorbic acid), carotene등을 함유하고 있어 흰쌀에 비하여 훨씬 높은 영양성분을 함유하고 있는 것으로 알려졌다⁽²⁾. 흑미의 약용가치는 중국의 저명한 의학자 리시진(李時珍)의 본초강목(本草綱目)에서 효능에 관해 자세히 진하고 있다. 흑미는 음을 자양하고 신장을 보호하며 허리를 튼튼히 하고 간을 따뜻하게 하고 눈을 맑게 하고 피를 맑게 하는 작용을 갖는다고 전하고 있다. 또한 흑미에 함유되어 있는 생리활성 물질로써 항변이원성(항암활성)에 대한 연구를 실시한 결과 일반미 보다 항산화활성 및 항변이원성등과 같은 생리활성 효과가 높게 나타나서 기능성 쌀 가공식품 소재로서의 이용가능성을 보고하였다^(3,4). 흑미의 쌀겨층에는 자

홍색의 색소인 anthocyanin이 있는데 anthocyanin은 천연색소로 독성이 없고 부작용이 없으며 흑미 고유의 영양, 약용 효과를 갖고 있다고 알려져 있고 정미중 도정도가 증가하면 색소가 제거되므로 가볍게 정미하여야 한다.

중국에서는 흑미를 이용한 식품들이 시판되고 있는데 그 중에는 흑미 죽, 흑미 술과 흑미 맥주, 흑미 젖산균 음료, cream(糊)류, 분(粉)류, cake류 등이 있으며 그 외 흑미 과자, 흑미 스낵, 흑미 국수 및 의약품으로도 이용되고 있다⁽¹⁾. 국내에서의 흑미에 대한 연구를 살펴보면 윤 등⁽⁵⁾이 한국산 유색미의 anthocyanin 색소인 cyanidin-3-glucoside 및 malvidin-3-glucoside를 동정하였고, 조 등⁽⁶⁾은 식품첨가물로서의 활용가능성을 검색하기 위해 수용액 중에서의 cyanidin-3-glucoside의 열 안정성에 관하여 연구를 실시했다. 연구결과 cyanidin-3-glucoside은 산성(pH 2.0)과 염기성(pH 9.0) 완충 용액에서 각각 강한 적색과 청색을 나타내었고 색소분해 반응은 산성 조건에서는 매우 안정하였고 염기성 조건에서는 비교적 안정하다고 보고했다. 윤 등⁽⁷⁾은 식용 착색료로서의 실용화를 목적으로 한국산 유색미 안토시아닌의 안정성 연구를 한 결과 산성조건(pH 2.0, 3.0)에서는 붉은 색을 나타내고 염기성 조건(pH 9.0)에서는 청색을 띠었다. 또한 산성 조건에서 열에 대한 안정성을 비교한 결과, 색소분해의 반감기가 95°C에서는 7.4시간, 75°C에서는 23.5시간, 50°C에서는 96.2시간으로 온도가 낮을수록 색소의 분해율이 낮아진다고 하였다. 또한 국내의 연구 중 흑미를 이용한 쌀과자⁽⁸⁾와 흑미 즉석죽⁽⁹⁾ 등의 보고가 있으나 아직까지는 흑미를 이용한 다양한 연구가 미흡한 실정이다.

*Corresponding author : Jong-Bang Eun, Unit of Food Science and Technology, Division of Biosci. & Biotechnol., Chonnam National University, 300 Yongbong-dong, Buk-gu, Gwangju 500-757, Korea
Tel: 82-62-530-2145
Fax: 82-62-530-2149
E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr

본 연구에서는 흑미가 가지고 있는 기능성을 이용하여 흑미의 색, 향, 영양 및 약리 작용 등의 기능이 첨가된 흑미빵을 제조하고자 지금까지의 여러 가지 복합분을 이용한 제빵 적성 연구를 기초로 하여 제빵용 강력분 밀가루에 흑미가루를 0%, 10%, 20%, 30% 첨가하여 그에 따른 혼합가루의 일반성분 및 farinograph, amylograph, extensograph를 측정하여 반죽의 물리적인 특성을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 흑미는 수원 415호(Oryza sativa var. Suwon 415) 흑진주벼로 전라남도 농업기술원으로부터 분양받아 정미기(Rice polishing machine, (주)성산기업, 한국)를 1분도로 조절 후 왕겨만을 제거한 흑미(수율 76.48% w/w)를 160 mesh체가 부착된 고속 분쇄기(pin mill, 경창기계, 한국)로 분쇄하였다. 본 실험에 사용된 제빵용 강력분 밀가루(한국제분)는 시중에서 구입하여 사용하였으며 흑미가루의 첨가량은 밀가루 100% 기준으로 하여 흑미가루를 0, 10%, 20%, 30%로 각각 다르게 첨가하였다.

실험방법

일반성분 분석: 수분함량은 AACC방법⁽¹⁰⁾에 따라 시료 2g을 130°C 오븐에서 1시간 건조하여 측정하였다. 조회분 함량은 AACC방법⁽¹⁰⁾에 따라 시료 5g을 580°C 회화로에서 4시간 회화시킨 후 무게를 달아서 측정하였다. 조단백질 함량은 AACC방법⁽¹⁰⁾에 따라 시료 1g을 채취하여 킬달질소정량법으로 측정하였다.

Gluten 함량 분석: Gluten함량은 AACC방법⁽¹⁰⁾에 따라 시료 25g에 물 15 mL를 가하여 반죽하고 흐르는 물에서 12분 동안 전분을 씻어낸 후, 손으로 물기를 제거한 후 gluten 함량을 측정하였다.

Farinograph에 의한 반죽의 특성: AACC방법⁽¹⁰⁾에 의거 farinograph(827504, Brabender, Germany) mixing bowl의 온도를 30±0.2°C로 조정하고 시료의 수분 함량을 14% 기준으로 시료 300g을 사용하여 curve의 중심선이 500 BU에 도달하도록 물(30°C)을 가하여 흡수율, 안정도, 반죽형성시간, 탄력도, 약화도, valorimeter value등을 측정하였다.

Amylograph에 의한 반죽의 특성: AACC방법⁽¹⁰⁾에 따라 amylograph(ASG-6, Brabender, Germany)를 이용하여 시료 수분 함량을 14%로 기준 하여 시료 65g에 증류수 450 mL를 넣고 1분에 1.5°C씩 가열하여 호화개시온도, 최고점에서의 온도, 최고점에서의 점도, 94°C에서의 점도를 측정하였다.

Extensograph에 의한 반죽의 특성: AACC방법⁽¹⁰⁾에 따라 extensograph(EXEK-7, Brabender, Germany)를 이용하여 시료 수분함량을 14%로 기준 하여 시료 300g에 2%(밀가루 무게 기준)의 소금을 가하고 farinograph 혼합기를 사용하여 1분간 혼합한 다음 5분간 방치한다. 그후 다시 반죽을 시작하여 farinograph의 500 BU에 curve의 중심이 도달하게 된 다음 150g의 반죽을 extensograph rounder에서 20회 처리하였다. 그리고 30°C 항온수조에서 45분, 90분, 135분 동안 방치한 다음 extensograph로 반복하여 반죽의 힘(cm²), 신장저항도

Table 1. Proximate composition of black rice, wheat flour and black rice wheat flour mixtures

Samples ¹⁾	Proximate composition (%)			
	moisture	crude ash	crude protein	wet gluten
Black Rice Flour	11.4	1.49	9.4	-
Control	13.9	0.43	12.1	34.6
BR-10	13.6	0.54	11.9	33.3
BR-20	13.4	0.64	11.5	30.9
BR-30	13.2	0.76	11.3	27.6

¹⁾Black Rice Flour : black rice flour 100%.
Control: wheat flour 100%+black rice flour 0%.
BR-10: wheat flour 90%+black rice flour 10%.
BR-20: wheat flour 80%+black rice flour 20%.
BR-30: wheat flour 70%+black rice flour 30%.

(BU), 신장도(mm), R/E비율 등을 측정하였다.

상관관계분석: SAS program을 이용하여 통계처리를 하였다.

결과 및 고찰

일반성분과 gluten 함량

Table 1은 본 실험에 이용된 흑미가루 100%와 밀가루에 흑미가루를 0%, 10%, 20%, 30% 첨가한 시료의 일반성분 측정 결과이다. 시료의 수분함량은 흑미가루의 첨가비율이 증가함에 따라 13.9%, 13.6%, 13.4%, 13.2%로 감소하였는데 이는 흑미가루의 수분함량이 11.4%로 낮아 밀가루와 혼합 시 흑미가루 첨가량이 증가할수록 최종 수분함량이 낮게 나타났다. 시료의 수분함량은 반죽의 물성 측정 시 수분 함량을 14.0%를 기준으로 보정 함에 따라 수분 함량에 따른 물성의 차이는 없다. 단지 수분 함량은 반죽시 물의 가수율이 증가하는 경제적인 측면과 시료의 저장에 영향을 준다⁽¹¹⁾.

시료의 회분함량은 대조구인 밀가루가 0.43%인 것에 반해 흑미가루 첨가비율이 10%, 20%, 30%로 증가함에 따라 각각 0.54%, 0.64%, 0.76%로 나타났으며 흑미가루가 10% 증가함에 따라 0.1~0.12%씩 증가하였다. 회분함량의 증가 원인은 흑미가루의 회분함량이 1.49%로 밀가루보다 높기 때문이며 이는 흑미를 도정할 때 흑미의 색소성분이 쌀겨층에 많으므로 흑미 고유의 색을 내기 위하여 현미 상태로 정미하였기 때문으로 생각된다. 일반적으로 밀가루의 회분함량은 밀가루의 품질평가에 중요한 인자로 회분함량이 높으면 밀의 제분과정에서 배유중에 존재하는 식품학적으로 양질인 단백질보다는 질이 좋지 않은 단백질을 함유하여 회분함량도 증가하게 된다⁽¹²⁾. 회분함량이 높은 밀가루는 gluten 함량이 높은 것을 간접적으로 확인하는 방법인데, gluten이 포함되지 않은 흑미가루의 첨가는 회분함량은 증가시키나 gluten은 오히려 감소시킴으로써 제빵 적성 향상에 영향을 주지 않는 것으로 생각되었다.

단백질 및 gluten 함량 측정 결과 흑미가루의 첨가 비율이 증가할수록 단백질은 약 0.2~0.4%, gluten은 1.3~3.6% 감소하였다. 밀가루 단백질 함량과 질은 제빵 적성 및 빵의 부피를 결정하는 중요한 인자이다. 일반적으로 제빵용 밀가루의 글루텐 함량이 증가하면 제빵 적성이 개선되나 흑미가루 첨

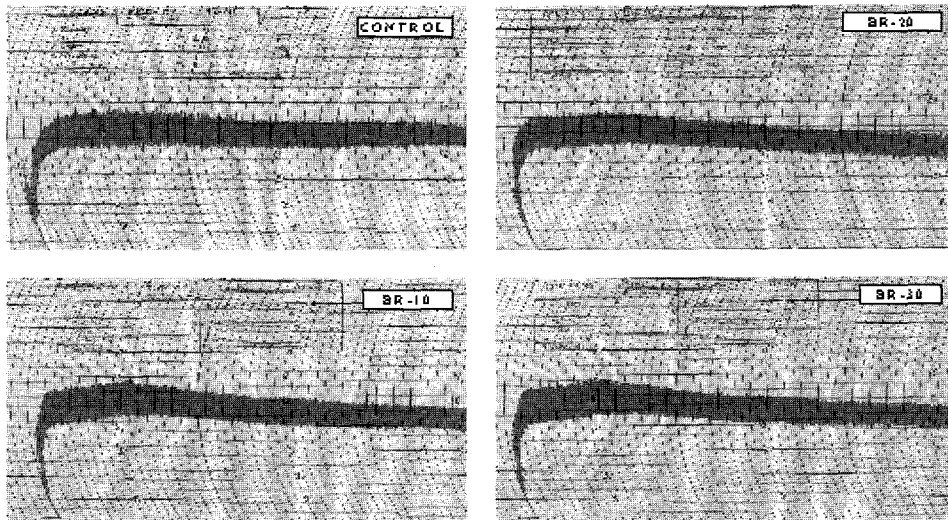


Fig. 1. Farinogram of wheat flour and black rice wheat flour mixtures.

가 비율이 증가함에 따라 12.1%, 11.9%, 11.5%, 11.3%로 글루텐 함량이 감소하여 제빵의 물리적 특성에는 좋지 않은 영향을 미쳤다.

Gluten 함량은 밀가루 품질을 측정할 수 있는 가장 간단한 척도로서 밀가루 단백질 함량과 비례하여 단백질 함량이 증가하면 gluten 함량도 증가 하지만 밀가루 이외의 시료가 첨가되었을 때는 비례 관계가 성립되지 않는다. Gluten함량은 흑미가루 첨가량이 증가할수록 감소하여 34.6%, 33.3%, 30.9%, 27.6%이었다. 이때 분리된 gluten은 흑미의 색소인 anthocyanin과 결합하여 흑갈색의 색상을 보였으며 흑미가루 첨가비율이 높은 시료일수록 gluten의 결합력이 약화되어 측정이 어려웠다. 그 원인중의 하나가 흑미 가루의 입자가 밀가루보다 크기 때문으로 생각된다.

Farinogram에 의한 반죽특성

Farinogram의 반죽 특성치⁽¹³⁻¹⁵⁾는 Fig. 1과 같고 분석 결과는 Table 2와 같았다. 물 흡수율(water absorption ratio)은 반죽의 graph band가 중앙 500 BU 기준선과 일치했을 때 사용된 물의 양으로 사용량은 밀가루 대비 %로 표시하였다. 물 흡수율은 일반적으로 사용된 밀의 종류, 밀가루 단백질의 함량과 손상전분의 함량, 입도 차에 의해서 영향을 받는다⁽¹⁶⁾. Table 2의 결과 흑미가루의 첨가비율이 증가하면 물 흡수율은 72.0%에서 64.2%까지 감소하였으며 안정도는 반죽의 band

가 500 BU를 유지하는 시간을 분으로 표시한 것으로 31 min에서 14.7 min으로 감소하였다. 반죽형성시간은 밀가루 반죽을 시작하여 반죽의 최고 점도에 도달하는 시간을 분으로 나타낸 수치로 6.0 min에서 5.3 min으로 감소하였으며 탄력성은 band가 안정도를 지난 12분 후의 반죽 band의 폭을 BU로 표시한 것으로 130 BU에서 125 BU로 감소하였다. 약화도는 안정도를 떠난 12분 후 500 BU 중앙선에서 band의 중앙과의 차이를 BU로 표시한 것으로 20 BU에서 55BU로 증가하였다.

Farinogram에서 나타난 흡수율과 안정도, 반죽형성시간 및 탄력도의 감소는 밀가루중의 단백질 함량과 gluten의 품질에 따라 차이가 나는데 일반적으로 단백질 함량이 높을수록 결과치가 증가하는데, 본 실험에서도 흑미가루 첨가비율이 증가할수록 단백질 및 gluten 함량이 감소하였으며 farinogram 분석결과도 동일하게 감소하였다. Valorimeter/Value(v/v)는 반죽시간과 반죽에 대한 저항성을 기초로 하여 계산된 값으로 farinogram의 분석결과를 대표하는 값으로 흑미가루 첨가 비율의 증가에 따라 69v/v에서 61v/v로 감소하였다. 이와 같은 결과는 이⁽¹⁷⁾ 등의 연구 결과 안정도 등이 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다는 결과와 같았다.

단백질함량과 farinogram과의 상관관계

단백질 함량과 farinogram과의 상관관계는 Table 3과 같이

Table 2. Farinograph properties of wheat flour and black rice-wheat flour mixtures

Samples ¹⁾	Water absorption (%)	Stability (min)	Development time (min)	Elasticity (BU)	Weakness (BU)	V/V (units)
Control	72.0	31.0	6.0	130	20	69
BR-10	69.5	16.0	6.5	125	50	65
BR-20	66.8	15.2	5.8	125	55	63
BR-30	64.2	14.7	5.3	125	55	61

¹⁾Control: wheat flour 100%+black rice flour 0%.

BR-10: wheat flour 90%+black rice flour 10%.

BR-20: wheat flour 80%+black rice flour 20%.

BR-30: wheat flour 70%+black rice flour 30%.

Table 3. Correlation of protein content, farinogram of wheat flour and black rice wheat flour mixtures

	Protein (%)	Water absorption (%)	Stability (min)	Weakness (BU)
Protein (%)	1.000			
Water absorption (%)	0.991**	1.000		
Stability (min)	0.775*	0.808*	1.000	
Weakness (BU)	-0.813*	-0.837*	-0.996**	1.000

*Significant at 5% level.
**Significant at 1% level.

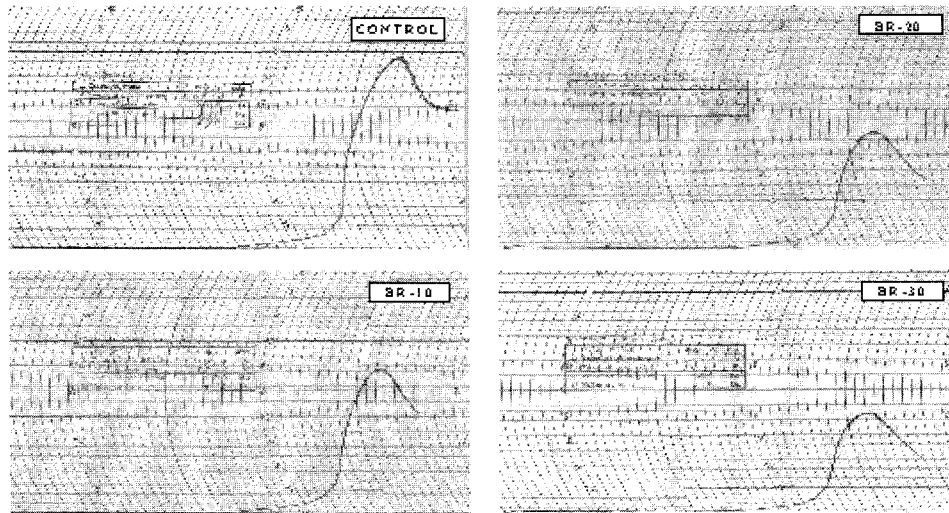


Fig. 2. Amylogram of wheat flour and black rice wheat flour mixtures.

Table 4. Amylograph properties of wheat flour and black rice wheat flour mixtures

Samples ¹⁾	Initial pasting temperature (°C)	Temperature at peak viscosity (°C)	Value peak point (BU)	Value at 94°C (BU)
Control	60.3	90.8	770	690
BR-10	59.5	88.5	585	430
BR-20	59.5	88.8	465	330
BR-30	59.5	88.3	405	255

¹⁾Control: wheat flour 100%+black rice flour 0%.
BR-10: wheat flour 90%+black rice flour 10%.
BR-20: wheat flour 80%+black rice flour 20%.
BR-30: wheat flour 70%+black rice flour 30%.

단백질 함량과 물흡수율과는 0.991 안정도와는 0.775의 정의 상관관계를 약화도와는 -0.996의 부의 상관관계를 가지고 있었다. 이와 같은 결과는 단백질 함량이 낮아짐에 따라 물흡수율이 감소하고 반죽의 탄력성이 감소하는 것을 나타냈는데 이것은 김⁽¹⁵⁾의 밀가루의 단백질 함량이 낮아질수록 흡수율, 반죽시간(안정도), 및 밀가루의 강도가 감소한다는 것과 일치했다.

Amylograph에 의한 특성

흑미가루의 혼합비율 증가에 따른 amylogram^(14,18)의 특성은 Fig. 2와 같았고 분석 결과는 Table 4와 같았다. amylogram에 영향을 주는 인자로는 전분의 종류, 함량, 전분의 손상도, α-amylase 활성도 등이 있다. Table 4에 의하면 호화개시시간 및 최고 점도일 때 온도 등은 차이가 없었으나 최고 점도 및 94°C에서의 점도는 흑미가루 첨가 비율이 증가할수

록 차이가 많았다. 최고점도는 α-amylase 활성도를 나타내는 것으로 점도가 높으면 α-amylase 활성도가 낮아 발효시 발효당의 생성이 적다는 것을 나타낸다. 일반적으로 최고점도가 400~600 BU인 밀가루가 제빵 적성에 양호하다⁽¹⁹⁾. 호화개시온도는 밀가루 시료와 흑미가루 혼합분의 온도차가 60.3°C와 59.5°C로 유사하게 나타났다. 이것은 이 등⁽¹⁷⁾의 결과에서 쌀 첨가량에 관계없이 호화는 동일한 온도에서 일어난다고 한 것과 일치하였다. 최고점도에 도달하는 온도는 밀가루시료는 90.8°C이고 흑미가루 혼합분 시료는 88.3°C에서 88.8°C로 유사하게 나타났다. 최고점도는 밀가루시료의 경우 770 BU로 가장 점도가 높았으며 흑미가루의 혼합비율이 증가할수록 최고점도가 낮아졌는데 이는 흑미가루를 구성하는 전분의 아밀로펙틴 함량이 높음에 따라 이 결과 호화개시온도를 낮추고 최고 점도를 낮추는 것으로 생각되었다. 또한 밀가루의 최고 점도가 770 BU로 높은 것은 α-amylase의 효소활성

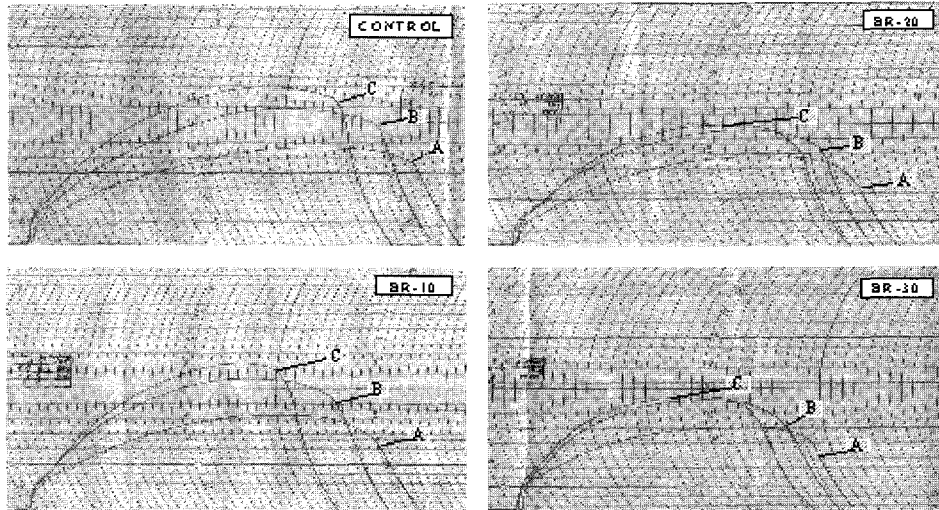


Fig. 3. Extensogram of wheat flour and black rice wheat flour mixtures.
A = 45 min, B = 90 min, C = 135 min.

도가 낮기 때문인 것으로 생각된다.

Extensograph에 의한 특성

Extensogram의 특성^(20,21)은 Fig. 3과 같고 분석한 결과는 Table 5와 같았다. extensogram은 밀가루 반죽을 farinogram에서 반죽하여 숙성 후 반죽이 끊어질 때까지 늘려서 힘과 신장과의 커브를 기록하는 장치로 곡선의 면적(energy)은 cm^2 , 신장저항도(resistance)는 처음 측정 후 5분 후에서 곡선의 높이를 BU로 표시하며 신장도(extensibility)는 곡선의 시작점에서 끝나는 점까지의 거리로 mm로 표시한다. 또한 신장저항도와 신장도와의 비를 R/E로 표시한다. 면적(energy)은 곡선이 포함하는 전체의 면적이고 이 값은 단백질의 함량이 높을수록 면적이 높은 수치를 나타낸다. 신장저항도와 신장도는 단백질 함량이 많거나 질이 좋을수록 분석 값이 증가하

Table 5. Extensograph properties of wheat flour and black rice wheat flour mixtures

Samples ¹⁾	Energy (cm^2)	Resistance (BU)	Extensibility (mm)	Ratio (R/E)
Control	155	365	185	2.0
BR-10	120	345	165	2.1
BR-20	99	330	155	2.1
BR-30	78	320	135	2.3

¹⁾Control: wheat flour 100%+black rice flour 0%.

BR-10: wheat flour 90%+black rice flour 10%.

BR-20: wheat flour 80%+black rice flour 20%.

BR-30: wheat flour 70%+black rice flour 30%.

나 45분, 90분, 135분 반죽의 숙성에 따라 신장성에 비해 탄력의 분석 값이 증가한다. 일반적으로 강력분이 박력분에 비해 R 및 E 값이 크며 R/E값은 작은 경향을 나타내었다. R과 E의 균형은 반죽의 가스 수용력에 중요하다. 산화제를 첨가한 반죽의 경우 신장저항도는 증가하나 신장성은 감소하게 된다⁽²²⁾. Table 5의 결과는 흑미가루가 증가함에 따라 반죽의 energy 및 신장성이 급격하게 감소하고 탄력성은 완만히 감소하여 제빵시 빵의 부피 등의 감소가 예상이 되는데 이것은 김 등⁽²³⁾의 결과와 동일하게 흑미가루의 첨가로 인한 글루텐 함량의 감소로 생각되어진다.

단백질 함량과 extensogram과의 상관관계

단백질 함량과 extensogram과의 상관관계는 Table 6과 같다. 단백질 함량과 energy와는 0.973, resistance와는 0.979, extensibility와는 0.965의 정의 상관관계를 나타냈다. 이와 같은 결과는 단백질 함량이 반죽의 신장저항성과 밀접한 관계를 가지고 있다는 결과를 나타낸다.

요 약

흑미가루 첨가비율 증가에 따른 반죽의 물리적인 특성을 조사한 결과 흑미가루 첨가량을 증가시켰을 때 회분 함량은 증가하였고 단백질 함량과 gluten 함량은 감소하였다. farinograph는 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 흡수율, 안정도, 반죽형성시간, 탄력도 및 v/v(valorimeter value)값은 감소하였

Table 6. Correlation of protein content, extensogram of wheat flour and black rice wheat flour mixtures

	Protein (%)	Energy (cm^2)	Resistance (BU)	Extensibility (mm)
Protein (%)	1.000			
Energy (cm^2)	0.973*	1.000		
Resistance (BU)	0.979*	0.998**	1.000	
Extensibility (mm)	0.964*	0.990**	0.981*	1.000

*Significant at 5% level.

**Significant at 1% level.

고 약화도는 증가하여 반죽 시간 및 반죽의 탄력성과 신장성이 감소하였다. Amylograph는 호화개시온도, 최고점도에서의 온도는 낮았으나 최고점도 및 94°C에서의 점도의 감소로 제빵시 α -amylase의 활성을 높임으로써 발효능력의 향상을 가져왔다. Extensograph는 신장도, 신장저항도 및 에너지는 감소하였으나 R/E비는 높아짐으로써 제빵성은 흑미가루 첨가량이 증가할수록 낮아졌다.

상기 실험결과 farinograph와 amylograph, extensograph의 측정은 밀가루 중에 함유된 gluten의 신장성 및 신장저항성의 특성, 발효에 따른 발효력 및 가스포집력을 종합 한 제빵 특성을 나타내므로 흑미가루가 혼합된 혼합분의 경우 밀가루 100% 시료보다는 단백질 함량의 저하로 제빵 특성치가 낮게 나타나 제빵 특성에 영향을 주므로 단백질원인 활성글루텐이나 산화제 등의 첨가로 반죽의 물성 개선에 관한 실험과 제빵 품질 특성에 대한 실험이 계속 필요하리라 생각된다.

문 헌

1. Lee, F.Z. Studies on heredity of pigment content in rice pericarp. M.S. thesis, Yanbian National Univ., China (1996)
2. Defa, G. and Xu, M. A study on special nutrient of purple glutinous rice. *Scientia Agric. Sinica* 25: 36-41 (1992)
3. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Nam, S.H. Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen mitomycin c. *Korean J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 39: 424-429 (1996)
4. Nam, S.H. and Kang, M.Y. Comparison of inhibitory effect of rice bran extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Korean J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 41: 78-83 (1998)
5. Yoon, H.H., Paik, Y.S., Kim, J.B. and Hahn, T.R. Identification of anthocyanins from Korean pigmented rice. *Korean J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 38: 581-583 (1995)
6. 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. *Korean J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 39: 245-248 (1996)
7. Yoon, J.M., Cho, M.H., Hahn, T.R., Paik, Y.S. and Yoon, H.H. Physicochemical stability of anthocyanins from a Korean pigmented rice variety as natural food colorants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 211-217 (1997)
8. Kim, J.D. 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 (1998)
9. Lee, F.Z. and Eun, J.B. Manufacturing of microwavable black rice gruel with black rice, waxy rice, and nonwaxy rice. 10th World Congress of Food Sci. & Technol. 3-8 October, 3-8, Sydney, Austria (1999)
10. American Association of Cereal Chemists (AACC): Approved methods, The Association, St. Paul, Minnesota, USA (1985)
11. Kim, S.K. Milling Industry and Flour Utilization. pp. 45-46. Korea Wheat and Industry Association, Seoul (1990)
12. Kim, H.K. and Kim, S.K. Wheat and Milling Industry. p. 167. Korea Wheat and Industry Association, Seoul (1985)
13. Song, J. C. and Park, H. C. Food Texture and Rheology. p. 681. University of Ulsan Press, Ulsan (1995)
14. Bennett, R.E. Baking Science Laboratory. 2ed. III, p. 459. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1985)
15. Kim, S.K. Milling Industry and Flour Utilization. pp. 164, 181-191. Korea Wheat and Industry Association, Seoul (1990)
16. Kim, S.K. Milling Industry and Flour Utilization. p. 164. Korea Wheat and Industry Association, Seoul (1990)
17. Lee, C.Y., Kim, S.K. and Marston, P.E. Rheological and baking studies of rice-wheat flour blends. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 11: 99-104 (1979)
18. Pomeranz, Y. Wheat Chemistry and Technology. 2ed. III, p. 459. American Association Chemists, St. Paul, MN, USA (1985)
19. Kim, S.K. Milling Industry and Flour Utilization. p. 173. Korea Wheat and Industry Association, Seoul (1990)
20. Chung, J.Y. and Kim, C.S. Development of buck-wheat bread. Effects of vital gluten and water-soluble gums on dough rheological properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14: 140-147 (1998)
21. Hoseney, R.C., Hsu, K.H. and Junge, R.C. A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. *Cereal Chem.* 56: 141 (1979)
22. Kim, S.K. Milling Industry and Flour Utilization. pp. 191-194. Korea Wheat and Industry Association, Seoul (1990)
23. Kim, Y.H., Choi, K.S., Son, D.H. and Kim, J.H. Rheological properties of dough with whole wheat flour. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 25: 817-823 (1996)

(2002년 1월 7일 접수; 2002년 11월 20일 채택)