

Bagel 제조 시 호밀가루를 첨가한 반죽의 이화학적 특성

유석형 · 박영서 · 장학길
경원대학교 생명공학부

Physicochemical Characteristics of Bagel Dough Supplemented with Rye Flour

Suk Hyung Yoo, Young-Seo Park, and Hak-Gil Chang

Division of Biotechnology, Kyungwon University

Abstract

The effect of rye flour on the physical and chemical characteristics of bagel was investigated. Water holding capacity (WHC) of strong wheat flour increased with the range of 64.3~64.7% as the amount of rye flour increased. Alkaline water retention capacity (AWRC) of strong wheat flour also increased with the range of 64.7~70.6% as the amount of rye flour increased. AWRC and protein content of the strong wheat flour showed negative correlation whereas those of medium flour showed positive correlation. WRC and protein content showed negative correlation in all samples. Protein content and AWRC showed positive correlation in peak time and peak height in all samples, and the addition of rye flour affected on the rheology of bagel dough. Initial gelatination temperature was 69.3~72.0, and there was a difference from 0.7 to 2.7 among rye flour samples. Peak viscosity was in between 192.9 and 261.5 RVU and minimum viscosity showed lowest value in medium flour sample which 30% of rye flour was added.

Key words: rye flour, bagel, dough, rapid visco analyzer, mixograph

서 론

빵의 제조 시에는 주로 밤, 우유, 옥수수과 같은 단백질 및 전분질 재료를 첨가하였으나, 최근 소비자들의 건강에 대한 폭 넓은 관심으로 식이 조절과 관련된 저 열량 제품이나 기능성을 부여한 제품에 대한 선호도가 급증하고 있어 빵에 호밀 등을 첨가하는 연구결과 등이 보고되고 있다(Lee *et al.*, 2002).

호밀은 토양이나 토질의 영향을 많이 받지 않고, 낮은 온도에서도 잘 자라는 곡류로 전 세계적으로는 유럽국가와 러시아 지역에서 주로 많이 생산되고 있으며 폴란드나 독일의 토질이 좋지 않은 지역에서도 많이 생산되어 왔다(Salovaara *et al.*, 2001,

Bushuk, 2001). 2001년 FAO 통계에 의하면 호밀의 1인당 식품소비량은 폴란드가 35.2 kg으로서 전 세계에서 가장 높으며 북유럽 국가 가운데에서는 핀란드가 16.2 kg으로서 스웨덴이나 노르웨이 보다 높은 소비량을 보이고 있다.

호밀빵은 대부분 통밀가루를 사용하고 독특한 신맛을 가지고 있는데, 호밀빵의 신맛은 짠맛을 더 많이 인식하게 하여 결과적으로 소금 첨가량을 줄일 수 있다. 따라서 호밀빵은 소금량이 적고 식이섬유가 많이 포함되어 있어 건강에 매우 유익하다는 측면에서 많은 주목을 받고 있다. 호밀은 밀과는 달리 빵 등을 제조할 때 대부분 전곡가루로 소비되는데, 외피가 제거된 전곡상태, 낱알을 얇게 으갠 플레이크, 분말 등의 상태로 이용된다. 배유는 종실 무게의 약 80~85%, 배이는 2~3%, 외층은 10~15%로 구성된다. 호밀종실은 제분과정에서 분쇄되어 호밀가루와 호밀겨로 분리된다. 회분은 대부분 무기질로서 종실의 외피 층에 존재하기 때문에 회분의

Corresponding author: Hak-Gil Chang, Professor, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong, Sujeong-gu, gyeonggi-do, Seongnam 461-701, Korea
Phone: +82-31-750-5382, Fax: +82-750-5273
E-mail: jhk@kyungwon.ac.kr

함량은 외피 층이 얼마만큼 함유되어 있는 지를 나타내는 지표가 된다. 전통적으로 북유럽의 호밀빵은 종실의 모든 구성 성분이 포함되어 회분 함량이 약 2%인 전곡가루를 이용하여 만든다(Kujala, 1999).

Bagel은 겉은 금색 내지 갈색으로 껍질이 딱딱하고 두꺼우며 안은 부드러운데, 특히 water bagel은 93~100에서 데치는 과정을 거치게 되어 bagel crust의 전분이 호화되어 질겨지는 식감과 팽택을 가지게 된다. 수 많은 종류의 bagel이 제조되어 판매되고 있는데 가장 일반적인 것은 plain, egg, onion, whole wheat, cinnamon, raisin, rye, garlic, blueberry, apple, strawberry, cheese, corn bagel 등이다. 그 동안의 제빵 관련 문헌들을 보면 다양하게 검토가 되었으나, bagel에 대한 논문은 아주 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 강력분과 중력분에 호밀가루를 첨가하였을 경우 bagel 반죽의 이화학적 특성의 변화에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 호밀은 2004년 캐나다산 호밀가루(신안식품)를 구입하여 사용하였으며 강력밀가루와 중력밀가루는 2004년 동일기간에 제분된 대한제분 제품을 사용하였다. 건조이스트는 프랑스의 르사프르사, 쇼트닝은 서울 하인즈, 정백당은 제일제당, 정제염은 한주소금 제품을 사용하였다.

일반성분분석

수분 함량은 건조기(Han-Baek Scientific Co., Korea)를 사용하여 105에서 상압 건조법으로 정량하였고, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법에 의해 정량하였다. 조회분 함량은 550°C 회화로에서 15시간 회화시킨 후 방냉하여 무게를 측정하여 표시하였다(AACC Method 08-01).

보수력과 알칼리수 흡수능 분석

시료의 보수력(water holding capacity, WHC)은 Collins와 Post의 방법(1981)을 사용하여 측정하였다. 미리 무게를 측정된 원심분리관에 시료 3 g을 취한 후 증류수를 5배 가하고 3분간 교반한 다음 1시간 실온에 방치하였다. 준비된 시료를 3,600 rpm에서 30분간 원심분리 후 상등액을 분리하고 침전된 시료의 무게를 측정하여 계산하였다.

알칼리수 흡수율(alkaline water retention capacity,

AWRC)은 AACC(56-10)법(2000)에 따라 미리 무게를 측정된 원심분리관에 시료 5 g을 칭량하여 넣은 후, 0.1N sodium bicarbonate (NaHCO_3 , 8.4 g을 증류수 1 L에 용해) 용액 35 mL를 첨가하여 vortex로 교반시켰다. 이를 8,000 rpm으로 15분간 원심분리하고, 침전무게를 측정하여 백분율로 표시하였다.

침전가

침전가(sedimentation value)의 측정은 밀가루에 호밀가루를 0~30% 수준으로 첨가하여 AACC(56-20)법(2000)에 준하여 실시하였다. 시약 제조는 bromophenolblue 4 mg을 1,000 mL의 증류수에 녹이고(시약-1), lactic acid 250 mL에 증류수를 가하여 1000 mL로 정용한 후 이를 6시간 가열 환류시켜 lactic acid 저장액(시약-2)을 만들었다. 이 때 시약-2는 사용하기 48시간 전에 제조하여 증발하지 않도록 유의하면서 방치해 두었다. Lactic acid 저장액 180 mL에 isopropyl alcohol 200 mL를 혼합한 후 증류수를 가하여 1,000 mL로 하였다. 제분된 밀가루 3.2 g을 100 mL의 실린더에 넣고 bromophenolblue 용액 50 mL를 가하고 신속히 분산시킨 다음 isopropyl alcohol이 첨가된 lactic acid 저장액 25 mL를 가하여 균일하게 섞은 것을 5분간 정치하여 실린더 내에 침전된 용액의 부피를 침전가 (mL)로 표시하였다.

Mixograph 특성

호밀가루를 일정량 첨가한 밀가루의 Mixograph 특성은 AACC(54-40A)법(2000)에 따라서 10g Mixograph (National Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 밀가루의 최적 수분흡수율을 구한 다음, 각 시료에 증류수를 첨가하여 Mixograph에서 얻어지는 특성치 중 peak time, peak height, width at peak 및 width at 8 min 등을 측정하였다.

호화 특성

밀가루의 점도측정은 Rapid Visco Analyser (RVA, Model 3D, Newport Scientific, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 4.0 g을 정확히 평량 하여 점도 측정용 용기에 넣고 증류수 25 mL를 첨가하여 현탁액을 만든 후, 분당 5°C로 25°C에서 95까지 가열한 다음 분당 5°C로 95°C에서 50°C까지 냉각시켰다. 호화특성은 초기호화온도(initial gelatinization temperature), 최고점도(peak viscosity), 최소점도(minimum viscosity) 등을 측정하여 관찰하였다.

통계 분석

모든 실험값의 통계는 최소한 3번 이상의 결과값을 평균한 수치를 이용하여 SAS 통계 package로 분산분석 및 Duncan의 다범위 검증법을 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분분석

밀과 밀가루의 품질의 영향을 주는 화학적 요인으로는 수분, 단백질, 지방질, 회분 및 효소 등이 있다. 밀의 단백질 함량은 6~20%의 분포를 보이는데, 이러한 차이는 품종 및 생육 시 재배환경 조건에 의한다. 밀가루 또는 반죽의 물리적, 화학적 특성은 단백질 함량에 절대적으로 의존하며 일반적으로 단백질 함량이 증가함에 따라 빵의 부피가 증가한다. 본 실험에서 사용한 강력분, 중력분 및 호밀가루의 일반성분을 보면 Table 1와 같다. 수분 함량은 호밀가루가 13.2%로 전체 시료에서 가장 적게 나타났고, 단백질 함량은 강력분이 12.6%, 중력분이 9.5%, 호밀가루가 9.0%이었다. 지방 함량은 1.8%로 중력과 강력분이 비슷한 수치를 보였고, 호밀가루가 2.3%로 가장 높았다.

밀의 제분성을 평가함에 있어서 회분 함량을 고려해야 하는데, 일반적으로 제분수율이 높고 회분 함량이 적을수록 제분성은 양호하다고 평가한다. 제빵용의 경우 회분함량의 허용범위는 0.42%정도가 좋다고 하나 제빵, 제과용으로 쓰이는 밀가루의 경우 0.44~0.48%까지 허용하고 있다(Ziegler와 Greer, 1978).

밀가루의 이화학적 특성

단백질의 품질은 영양적인 관점과 가공적성 측면으로 나누어 볼 수 있다. 밀단백질은 필수 아미노산 중 lysine, threonine, methionine 등이 부족하며 이중 lysine은 제1 제한 아미노산으로서 유전적인 조작으로 크게 향상 되지 않는다. 빵이나 케이크 등의 제품과 관련하여 밀 단백질의 품질을 고려할 때는 품종고유의 특성인 글루텐 형성 단백질의 양과

Table 1. Chemical composition of wheat and rye flours

Flours	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)
Strong flour	13.6	12.6	1.8	0.43
Medium flour	13.8	9.5	1.8	0.41
Rye Flour	12	9	2.3	1.15

질적인 차이가 문제가 된다(Monsivaie *et al.*, 1983).

호밀가루 첨가가 보수력과 알칼리수 흡수율에 미치는 영향은 Table 2에서 보는 바와 같다. 강력분의 경우 보수력과 알칼리수 흡수율이 각각 64.3%, 64.7%의 값을 나타내었고, 중력분의 경우는 보수력과 알칼리수 흡수율이 각각 56.5%, 57.8%의 값을 보였다. 강력분에 호밀가루를 첨가한 경우 64.3~64.7%의 범위로서, 호밀첨가량이 증가할수록 보수력 값도 증가하는 결과를 나타내었다. 중력분에 호밀가루를 첨가한 경우는 56.6~63.8%의 범위로, 호밀가루의 첨가량이 증가할수록 보수력 값도 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, 중력분보다 강력분에 호밀가루를 첨가한 보수력 값이 높은 것으로 나타났다.

알칼리수 흡수율은 강력분에 호밀가루를 첨가한 경우 64.7~70.6%의 범위로 호밀가루 첨가량이 증가할수록 알칼리수 흡수율 값도 증가하는 결과를 보였다. 중력분에 호밀가루를 첨가한 경우 58.7~66.1%의 범위로 강력분에 호밀가루를 첨가한 것과 같이 호밀가루 첨가량이 증가할수록 알칼리수 흡수율 값도 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, 중력분보다 강력분에 호밀가루를 첨가한 알칼리수 흡수율 값이 높은 것으로 나타났다.

Miyauchi와 Watanabe(1978)의 연구에 의하면 보

Table 2. Water retention capacity(WRC) and alkaline water retention capacity(AWRC) of wheat and rye flour blends

Blend (%)		WRC (%)	AWRC (%)
Strong Flour	Rye Flour		
100	0	64.3±0.07 ¹⁾	64.7±0.36 ^a
95	5	64.2±3.10 ^a	65.4±0.76 ^{ab}
90	10	65.5±0.27 ^{ab}	65.4±0.74 ^{ab}
85	15	66.3±0.66 ^{ab}	67.2±0.44 ^{abc}
80	20	68.0±0.21 ^{ab}	68.2±0.37 ^{bcd}
75	25	69.9±1.58 ^b	69.9±0.19 ^{cd}
70	30	69.7±3.93 ^b	70.6±3.07 ^d
Medium Flour	Rye Flour		
100	0	56.6±0.20 ^{ab}	58.7±0.12 ^a
95	5	55.2±0.29 ^a	60.2±0.22 ^b
90	10	56.9±1.60 ^{ab}	61.1±0.14 ^b
85	15	56.2±0.20 ^{ab}	65.5±0.51 ^c
80	20	57.9±0.32 ^b	65.6±0.55 ^c
75	25	61.7±0.85 ^c	65.5±0.41 ^c
70	30	63.8±0.92 ^d	66.1±0.94 ^c

¹⁾The values with same superscripts in a column are not significantly different each other at $P < 0.05$.

수력이 시료의 단백질 양과 질에 관련이 있다고 밝혔으며 McConnell *et al.*(1974) 의 연구에 의하면 보수력은 식이섬유의 종류, 함량, 입자의 크기에 따라 영향을 받는다고 밝혔다. 한편, Chang *et al.* (1984) 의 연구에서는 알칼리수 흡수율과 Pelshenke value 와 침전가는 서로 상관관계가 있다고 보고하였고, 알칼리수 흡수율은 밀가루의 품질특성 및 품질 유전성의 평가 등에 광범위하게 이용되고 있다고 하였다.

호밀가루 첨가에 따른 단백질 함량과 침전가의 변화는 Table 3에 나타난 바와 같이 밀가루의 종류에 관계없이 단백질 함량이 상대적으로 낮은 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 밀가루의 단백질 함량과 침전가가 감소하는 것을 알 수 있었다. 침전가는 소맥분의 글루텐 양과 질의 차이를 의미하는 것으로서, 그 값이 클수록 글루텐의 양이 많고 질이 좋은 것으로 판정된다. 따라서 침전가로 밀가루를 분류한다면 박력분은 20 mL 이하, 중력분은 20~40 mL, 강력분은 60 mL이상으로 제빵적성에 적합한 것은 60 mL이상의 값을 의미한다. 본 연구에서 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 침전가가 감소하기 때문에 호밀가루의 첨가에 의해 bagel의 제빵 적성이 떨어지는 것을 알 수 있었고 따라서 bagel 제조과정에서 호밀가루를 사용할 경우 그 첨

가량을 신중히 고려해야 할 것으로 판단되었다.

밀가루의 일반성분과 이화학적인 성질의 상관관계는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 알칼리수 흡수율과 단백질 함량은 강력분은 부의 상관($r=-0.980^{**}$)을, 중력분은 정의 상관($r=0.948^{**}$)을 보였고, 보수력은 단백질 함량과 강력분은 부의 상관($r=-0.971^{**}$), 중력분도 부의 상관($r=-0.867^{**}$)을 보였다. 침전가와 단백질 함량과의 상관관계를 보면 강력분의 경우($r=0.988^{**}$)와 중력분의 경우($r=0.974^{**}$) 모두 정의 상관을 나타내었다.

반죽특성

밀가루 단백질의 함량과 품질은 가공 이용시 반죽의 물성(rheology)에 중요한 영향을 미치게 되는데, 이러한 특성을 측정하기 위하여 사용되는 Mixograph 특성은 유전적으로 조절되는 글루텐 형성 단백질에 의하여 결정되며, 각각의 밀 품종마다 고유의 Mixograph 패턴을 지니고 있다(Yamazaki, 1954). 중력분, 강력분, 호밀가루 및 밀가루와 호밀가루가 혼합된 시료의 Mixograph 특성은 Table 4에서 보는 바와 같다. Peak time은 강력분의 경우 호밀가루를 20~30% 첨가한 것은 유의적 차이를 보이지 않았고 중력분은 15~25%까지 유의적 차이가 없었다. Width at peak의 경우는 강력분과 중력분 모두 유의적 차이가 없었다. Peak time과 단백질 함량 또는 알칼리수 흡수율과의 관계는 Table 5에 나타난 바와 같이, 강력분과 호밀가루를 섞은 경우는 고도의 정의 상관($r=0.934^{**}$)을 보였고, 중력분과 호밀가루를 섞은 경우

Table 3. Protein content and sedimentation value of wheat and rye flour blends

Blend (%)		Protein (%)	Sedimentation (mL)
Strong flour	Rye flour		
100	0	12.60 ^{e1}	43.5±0.71 ^d
95	5	11.97 ^f	42.0±0.00 ^d
90	10	11.34 ^c	37.8±0.35 ^c
85	15	10.71 ^d	34.8±0.35 ^b
80	20	10.08 ^c	33.5±0.71 ^b
75	25	9.45 ^b	29.5±0.71 ^a
70	30	8.82 ^a	29.0±1.41 ^a
Medium flour	Rye flour		
100	0	9.50 ^g	28.5±0.71 ^d
95	5	9.02 ^j	27.5±0.71 ^{cd}
90	10	8.55 ^e	26.3±0.35 ^c
85	15	8.07 ^d	24.8±0.35 ^b
80	20	7.60 ^c	23.3±0.35 ^a
75	25	7.12 ^b	23.5±0.71 ^{ab}
70	30	6.65 ^a	22.3±0.35 ^a

¹⁾The values with same superscripts in a column are not significantly different each other at $P<0.05$.

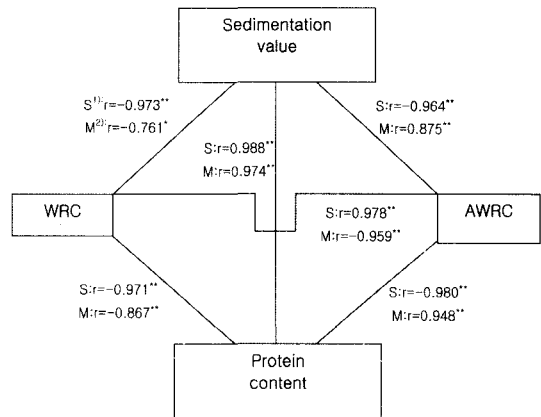


Fig. 1. Relationship among sedimentation value, water retention capacity(WRC), alkaline water retention capacity (AWRC) and protein content of wheat and rye flour blends. ¹⁾Strong flour, ²⁾medium flour

Table 4. Mixograph characteristics of wheat and rye flour blends

Blend (%)		Mixograph characteristics			
		Peak time (min)	Peak height (mm)	Width at peak (mm)	Width at 8.00 (mm)
Strong flour	Rye flour				
100	0	5.2±0.17 ^{d1)}	57.1±0.85 ^c	16.6±2.95 ^a	14.3±0.88 ^c
95	5	4.4±0.09 ^c	56.1±1.41 ^c	17.2±1.15 ^a	10.3±0.83 ^d
90	10	4.2±0.08 ^{bc}	54.2±0.45 ^b	15.1±2.55 ^a	8.9±0.30 ^c
85	15	4.3±0.21 ^c	52.9±0.05 ^b	17.1±2.94 ^a	7.2±0.50 ^b
80	20	3.9±0.07 ^{ab}	52.6±0.19 ^{ab}	13.6±0.54 ^a	5.8±0.26 ^a
75	25	3.7±0.18 ^a	51.1±0.71 ^a	15.7±0.50 ^a	5.0±0.05 ^a
70	30	3.6±0.04 ^a	56.2±0.39 ^c	15.9±0.66 ^a	5.5±0.35 ^a
Medium flour	Rye flour				
100	0	4.5±0.20 ^d	58.4±0.26 ^c	19.4±1.88 ^b	9.7±0.17 ^d
95	5	3.9±0.02 ^c	57.2±0.60 ^c	16.5±0.53 ^{ab}	6.8±0.06 ^{ab}
90	10	3.7±0.15 ^c	57.5±0.26 ^c	14.7±1.49 ^a	5.9±0.15 ^a
85	15	3.4±0.00 ^b	55.4±1.15 ^d	15.2±1.66 ^a	6.0±0.03 ^a
80	20	3.3±0.03 ^b	53.7±0.42 ^c	16.2±0.65 ^{ab}	7.0±0.82 ^{abc}
75	25	3.3±0.11 ^{ab}	50.8±0.61 ^b	15.9±1.27 ^{ab}	8.1±1.10 ^{bc}
70	30	3.1±0.02 ^a	49.3±0.32 ^a	16.3±1.94 ^{ab}	8.2±0.25 ^c

¹⁾The values with same superscripts in a column are not significantly different each other at $P < 0.05$.

Table 5. Correlation coefficient between Mixograph characteristics and quality parameter of wheat and rye flour blends

Blend (%)	Quality parameter	Mixograph characteristics			
		Peak time (min)	Peak height (mm)	Width at peak (mm)	Width at 8.00 (mm)
Strong flour +Rye flour	Protein	0.934 ^{**}	0.495	0.394	0.930 ^{**}
	Sedimentati on WRC ¹⁾	0.919 ^{**}	0.595	0.390	0.938 ^{**}
	AWRC ²⁾	-0.874 ^{**}	-0.546	-0.439	-0.877 ^{**}
		-0.871 ^{**}	-0.461	-0.309	-0.879 ^{**}
Medium flour +Rye flour	Protein	0.949 ^{**}	0.967 ^{**}	0.475	0.043
	Sedimentati on WRC	0.956 ^{**}	0.899 ^{**}	0.523	0.157
		-0.685	-0.929 ^{**}	-0.114	0.379
	AWRC	0.839 ^{**}	0.969 ^{**}	0.303	-0.158

¹⁾ Water retention Capacity (WRC)

²⁾ Alkaline water retention capacity (AWRC)

^{**}: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

도 고도의 정의 상관($r = 0.949^{**}$)을 나타내었으며 중력분과 호밀가루를 섞은 경우 단백질 함량과 peak height에 있어서도 고도의 정의 상관관계($r = 0.967^{**}$)를 보여주었다. 강력분과 중력분과의 관계를 보면 peak time에 있어서는 강력분의 경우가 도달하는 시간이 더 오래 걸렸으나 호밀가루의 양이 증가함에 따라 그 값의 차이도 줄어서 유의적 차이를 나타내지 않았다.

Rapid Visco Analyser (RVA)에 의한 호화특성

밀은 수확 전 우기에 의하여 또는 저장 중 높은 습도에 의하여 발아가 일어날 수 있는데, 발아된 밀 종실은 α -amylase의 높은 활성을 보인다. 발아된 밀

종실은 α -amylase이외에도 단백질 가수분해 효소의 활성도가 높으며, 이들에 의하여 빵 또는 케이크의 제품성은 감소된다. Rapid Visco Analyser에 의해 α -amylase의 활성에 의한 호화특성을 측정할 수 있는데 본 시료의 RVA에 의한 호화특성은 Table 6에서 보는 바와 같다. 호화 개시온도는 69.3~72.0°C로서 호밀가루를 첨가한 시료간에 0.7~2.7°C의 차이가 있었고, 최고점도는 192.9~261.5 RVU로 강력분보다는 중력분 쪽에서 그 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 최소점도는 중력분에 호밀가루를 30% 첨가한 것이 가장 낮게 나타났다.

RVA에 의한 상관관계를 보면 Table 7, 8과 같다. 즉, 호화개시온도와 단백질 함량과의 관계를 보면

Table 6. Rapid Visco Analyser (RVA) pasting characteristics of wheat and rye flour blends

Blend (%)		RVA characteristics			
		Initial gelatinization temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Minimum viscosity (RVU)	Final Viscosity (RVU)
Strong flour	Rye flour				
100	0	70.0±0.91 ^{a1)}	264.5±8.30 ^c	186.7±5.30 ^d	296.4±5.02 ^d
95	5	70.5±0.40 ^a	251.5±1.40 ^d	170.0±13.00 ^{cd}	277.9±10.60 ^{cd}
90	10	70.5±1.00 ^a	243.1±9.80 ^{cd}	153.3±16.50 ^{abc}	268.6±5.60 ^{bcd}
85	15	70.8±0.30 ^a	229.8±5.90 ^{bcd}	164.1±7.70 ^{bcd}	253.7±15.70 ^{abc}
80	20	70.5±0.60 ^a	225.9±6.40 ^{bc}	134.8±31.40 ^{ab}	250.4±10.70 ^{abc}
75	25	71.3±0.18 ^{ab}	213.4±2.32 ^{ab}	149.8±12.70 ^{abc}	234.0±36.10 ^{ab}
70	30	70.4±0.30 ^a	201.1±2.67 ^a	127.1±34.50 ^a	222.7±38.30 ^a
Medium flour	Rye flour				
100	0	69.3±2.20 ^a	253.4±15.82 ^c	177.4±12.35 ^d	283.1±19.90 ^e
95	5	71.3±0.91 ^{ab}	261.5±21.00 ^c	170.5±16.50 ^{cd}	283.7±17.80 ^e
90	10	70.8±2.75 ^{ab}	246.8±11.04 ^{bc}	165.7±10.36 ^{cd}	270.1±16.40 ^{bc}
85	15	71.3±0.50 ^{ab}	251.1±18.14 ^{bc}	159.3±5.08 ^{bcd}	231.9±27.60 ^{abc}
80	20	72.0±0.81 ^b	216.4±18.51 ^{ab}	136.6±2.60 ^{abc}	239.7±52.20 ^{abc}
75	25	71.5±0.57 ^{ab}	207.0±31.39 ^a	126.5±3.24 ^{ab}	222.2±36.60 ^{ab}
70	30	72.0±0.81 ^b	192.9±34.21 ^a	116.0±3.55 ^a	207.6±39.90 ^a

¹⁾The values with same superscripts in a column are not significantly different each other at $P < 0.05$.

Table 7. Correlation coefficient between Rapid Visco Analyser (RVA) pasting characteristics and quality parameter of strong flour and rye flour blends

Quality parameter	RVA characteristics			
	Initial gelatinization temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Minimum viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)
Protein	0.934 ^{**}	0.495	0.394	0.930 ^{**}
Sedimentation	0.919 ^{**}	0.595	0.390	0.938 ^{**}
WRC ¹⁾	-0.874 ^{**}	-0.546	-0.439	-0.877 ^{**}
AWRC ²⁾	-0.871 ^{**}	-0.461	-0.309	-0.879 ^{**}
Mixograph Characteristics				
Peak time	-0.609	0.936 ^{**}	0.919 ^{**}	0.948 ^{**}
Peak height	-0.874 ^{**}	0.476	0.361	0.493
Width at peak	-0.075	0.324	0.631	0.323
Width at 8.00	-0.689	0.929 ^{**}	0.871 ^{**}	0.939 ^{**}

¹⁾Water retention capacity (WRC)

²⁾Alkaline water retention capacity (AWRC)

^{**}: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

강력분, 중력분 모두 고도의 정의 상관관계($r=0.934^{**}$, $r=0.949^{**}$)를 나타내었다. Peak viscosity의 경우에는 중력분만이 정의 상관관계($r=0.967^{**}$)를 나타내었고, 강력분은 최종점도에서 단백질 함량, 침전가, 보수력 및 알칼리수 흡수율 등과 고도의 상관관계를 나타내었다. 반죽의 점성에 영향을 미치는 호밀가루의 성분으로는 호밀 단백질인 시칼린(secalin)(Shewry *et al.*, 1984)과 α -amylase 활성, 전분, 그리고 arabinoxylan 등과 같은 pentosan을 들 수 있다. 호밀 단백

질인 시칼린은 밀 단백질인 글루텐 단백질과 유사하지만 호밀가루가 물과 혼합하였을 때 점탄성의 글루텐을 형성하지 못하는 것으로 보고된 바 있다(Kipp *et al.*, 1996). 또한 호밀 전분은 호밀빵의 구조에 주요한 역할을 하는데 pH, 반죽의 조성, 효소 활성, 전분 가수분해 정도에 의하여 그 기여도가 달라지고, 밀 전분보다 낮은 온도에서 호화되는 것으로 보고되고 있다(Pomeranz *et al.*, 1984).

한편 호밀 단백질은 arabinoxylan의 함량이 밀가

Table 8. Correlation coefficient between Rapid Visco-Analyse r(RVA) pasting characteristics and quality parameter of Medium and rye flour blends

Quality parameter	RVA characteristics			
	Initial gelatinization temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Minimum viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)
Protein	0.949**	0.967**	0.475	0.043
Sedimentation	0.956**	0.899**	0.523	0.157
WRC ¹⁾	-0.685	-0.929**	-0.114	0.379
AWRC ²⁾	0.839**	0.969**	0.303	-0.158
Mixograph Characteristics				
Peak time	-0.937**	0.790*	0.889**	0.901**
Peak height	-0.753*	0.940**	0.985**	0.924**
Width at peak	-0.671	0.234	0.333	0.431
Width at 8.00	-0.431	-0.223	-0.107	0.017

¹⁾Water retention capacity (WRC)²⁾Alkaline water retention capacity (AWRC)

* **: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

루에 비하여 상당히 높으며 이 arabinoxylan은 계면 활성작용을 지니고 반죽의 점성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Vinkx and Delcour, 1996). 본 연구에서 호밀가루를 첨가하였을 때 점도가 감소하는 것은 호밀에 존재하는 여러 성분들이 관여하여 작용하기 때문인 것으로 사료된다.

요 약

호밀가루 첨가가 bagel 제조시 반죽의 이화학적 특성에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다. 그 결과 보수력은 강력분에 호밀가루를 첨가 한 경우 64.3~64.7%의 범위로 호밀가루 첨가량이 증가할수록 보수력 값도 증가하는 결과를 보였으며 중력분보다 강력분에 호밀가루를 첨가한 보수력 값이 높은 것으로 나타났다. 알칼리수 흡수율은 강력분에 호밀가루를 첨가 한 경우 64.7~70.6%의 범위로 호밀가루 첨가량이 증가할수록 알칼리수 흡수율 값도 증가하는 결과를 보였다. 강력분의 경우 알칼리수 흡수율은 단백질 함량과 부의 상관관계를 보였으나 중력분의 경우는 정의 상관관계를 나타내었다. 보수력과 단백질 함량과는 모든 시료에서 부의 상관관계를 보였다. 밀가루에 호밀가루를 첨가한 경우 peak time과 peak height는 단백질 함량과 알칼리수 흡수율과의 관계가 모두 정의 상관관을 보였다.

호화 개시온도는 69.3~72.0로서 호밀가루를 첨가한 시료간에 0.7~2.7°C의 차이가 있었고, 최고점도는 192.9~261.5 RVU로 강력분보다는 중력분 쪽에서 그 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 최소점도는

중력분에 호밀가루를 30% 첨가한 것이 가장 낮게 나타났다.

참고문헌

- American Association of Cereal Chemistry. 2000. Approved methods of the AACC, 10th, ed., AACC, Inc., St. Paul, MN, USA
- Bushuk, W. 2001. Rye production and uses worldwide. *Cereal Chem.* **46**(2): 70-73
- Chang, H.G., H.S. Shin, and S.S. Kim. 1984. Relation of physicochemical properties and cookie baking potentialities of Korean wheat flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**: 149-152
- Collins, J.L. and A.R. Post. 1981. Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. *J. Food Sci.* **46**: 445-449
- Kipp, B., H.-D. Belita, W. Seilmeier, and H. Wieser. 1996. Comparative studies of high M_r subunits of rye and wheat. I. Isolation and biochemical characterization and effects on gluten extensibility. *J. Cereal Sci.* **23**: 227-234
- Kujala, T. 1999. Rye: Nutrition, health and functionality. Nordic Rye Research Group, Finland, pp. 6-31
- Lee, H.Y., S.H. Kim, J.Y. Kim, S.K. Youn, and D.H. Ahn. 2002. Changes of quality characteristics on the bread added chitosan. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**: 449-453
- McConnell, A.A., M.A. Eastwood, and W.D. Mitchel. 1974. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *J. Sci. Food Agric.* **25**: 1457-1460
- Miyachi, K.S. and T. Watanabe. 1978. Modified soybean protein with high water-holding capacity. *Cereal Chem.* **55**: 157-159
- Monsivaie, M., R.C. Hosoney, and K.F. Finney. 1983. The

- Pelshenke test and its value in estimating bread-making properties of hard winter wheats. *Cereal Chem.* **60**: 51-55
- Pomeranz, Y., D. Meyer, and W. Seibel. 1984. Wheat, wheat-rye, and rye dough and bread studied by scanning electron microscopy. *Cereal Chem.* **61**: 53-59.
- Salovaara, H. and K. Autio. 2001. Rye and triticale. In: *Cereals and Cereal Products*. D.A.V. Dendy and B.J. Dobraszczyk (ed.). Aspen Publishers, Maryland, USA pp. 391-410
- Shewry, P.R., B.J. Mifflin, and D.D. Kasarda. 1984. The structural and evolutionary relationships of the prolamin storage proteins of barley, rye and wheat. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* **B 304**: 297-308
- Vinkx, C.J.A., and J.A. Delcour. 1996. Rye (*Secale cereale* L.) arabinoxylans: A critical review. *J. Cereal Sci.* **10**: 199-207
- Yamazaki, W.T. 1954. Interrelationships among bread dough absorption, cookie diameter, protein content, and alkaline water retention capacity of soft winter wheat flours. *Cereal Chem.* **31**: 35-41
- Ziegler, E. and E.N. Greer. 1978. Principle of milling; *Wheat Chemistry and Technology*, 2nd ed., Y. Pomeranz (ed.). AACC, Inc., St. Paul, MN, USA pp. 324-329