

호밀가루를 첨가한 Bagel의 제조 적성

유석형 · 장학길 · 박영서
경원대학교 생명공학부

Baking Properties of Bagel Supplemented with Rye Flour

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

Division of Biotechnology, Kyungwon University

Abstract

The effect of rye flour on the dough-making properties of bagel was investigated. The pHs of strong or medium wheat flour dough increased as the amount of rye flour increased, but slightly decreased in according to aging time. Dough volume and specific loaf volume decreased as the amount of rye flour in strong or medium wheat flour dough increased as long as 18 hr of aging. Specific loaf volume showed highly positive correlation with protein content and sedimentation value, whereas it showed negative correlation with water holding capacity and alkaline water retention capacity. Peak time in Mixograph analysis showed positive correlation with specific loaf volume. Specific loaf volume also showed positive correlation with peak viscosity, minimum viscosity, and final viscosity. *L* value of bagel crumb decrease as the amount of rye flour increased, whereas *a* and *b* values decreased. *L*, *a*, and *b* values of bagel crust decreased as the amount of rye flour increased. Hardness, gumminess, and chewiness increased as the amount of rye flour increased.

Key words: rye flour, bagel, Rapid Visco Analyzer, Mixograph, pH, specific loaf volume

서 론

호밀은 토양이나 토질의 영향을 많이 받지 않고, 낮은 온도에서도 잘 자라는 곡류로 전 세계적으로 유럽국가와 러시아 지역에서 주로 많이 생산되고 있으며 폴란드나 독일의 토질이 좋지 않은 지역에서도 많이 생산되어 왔다(Salovaara *et al.*, 2001, Bushuk, 2001). 전 세계적인 호밀의 소비량은 1990년 이후부터 꾸준히 감소하였으나, 최근에 소비자들이 건강, 균형 있는 식사, 다양한 지역의 음식에 관심을 가지게 되면서 호밀에 대하여 많은 관심을 갖게 되었으며, 특히 호밀 내에 함유된 생리활성 성분의 새로운 가능성이 많이 밝혀지면서 호밀을 이

용한 신제품 개발이 활성화되고 있다.

호밀빵은 대부분 통밀가루를 사용하고 독특한 신맛을 가지고 있는데, 호밀빵의 신맛은 찌맛을 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 밀에 비하여 배유(endosperm) 내에 더 많은 세포벽을 함유하고 있는데, 이 세포벽에 식이섬유가 많이 분포하기 때문에 밀보다 식이섬유 함유량이 더 높다(Nyman *et al.*, 1984, Amen *et al.*, 1997). 일반적으로 밀은 주로 밀가루의 형태로 많이 소비되는데 반하여, 호밀은 전곡의 형태로 이용되기 때문에 식이섬유의 중요한 공급원이 되고 있다.

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 광택을 가지게 되며, 그 종류도 매우 다양하나 그 동안의 제빵

Corresponding author: Young-Seo Park, Associate Professor, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Gyeonggi-do, Seongnam 461-701, Korea.
Phone: +82-31-750-5378, Fax: +82-750-5273
E-mail: jhk@kyungwon.ac.kr

관련 문헌들을 보면 bagel에 대한 논문은 극히 드문 실정이다. 호밀 단백질은 수용성 알부민(albumin)과 염용성 글로불린(globulin)의 함량이 높고 대표적 호밀 단백질인 글루테린(glutelin)은 밀 단백질인 글루테닌(glutenin)에 비하여 신장성이 좋기 때문에 bagel 제조시 기계적성이 매우 높아 bagel의 텍스처에 큰 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 강력분과 중력분에 호밀가루를 첨가하였을 경우 bagel 제조 적성의 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.

Bagel의 제조

Bagel은 강력분과 중력분에 각각 호밀가루를 0~30% 수준으로 첨가한 것을 Fig. 1와 같이 제조하였으며, 기본적인 배합률은 Table 1와 같다. 제빵 시 반죽은 소형반죽기(Sinmag Mixer Co., KOREA)를 사용하여 가루혼합 1분, 저속에서 2분, 중속에서 6분 동안 반죽하였다. 이 반죽을 10분간 휴지를 준 후 Moulder & Sheeting Roll (National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)을 사용하여 성형하였으며, 4°C에서 18시간 동안 저온 숙성시킨 다음 2분간 데치기(한쪽 1분씩)를 하여 5분간 건조시키고 Reel Oven (National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)을 사용하여 굽기를 실시하였다.

pH 측정

pH 측정은 AACC법(2000)에 따라 반죽, 저온 숙성 후 및 굽기 후 측정하였다. 시료 10 g을 250 mL 비이커에 넣고 100 mL 증류수를 첨가한 후 균일하게 혼합하고, 25에서 30분간 방치한 다음 pH meter (Istek model 740P, Korea)로 측정하였다.

부피, 무게 및 비용적 측정

Bagel의 부피, 무게 및 비용적 측정은 굽기를 마친 bagel을 1시간 냉방 시킨 후 무게(g)를 측정하였고 부피(mL)는 종자치환법으로 측정하였으며, 부피

를 무게로 나누어 비용적(mL/g)을 산출하였다.

보수율과 알칼리수 흡수율 분석

시료의 보수율(water holding capacity, WHC)은 Collins와 Post의 방법(1981)을 사용하였다. 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 (NaHCO₃, 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 bromophenol blue 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

Mixograph 특성은 AACC 법 54-40A(American Association of Cereal Chemists, 2000)에 의해 10 g Mixograph (National Mfg. 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

시료의 호화특성은 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 mL을 첨가하여 현탁액을 만든 후, 분당 5°C로 25°C에서 95까지 가열한 다음 분당 5°C로 95°C에서 50°C까지 냉각시켰다. 호화특성은 초기호화온도, 최고점도, 최소점도 및 최종점도 등을 측정하여 관찰하였다.

색도 측정

Bagel crust와 crumb의 색도는 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 *L*값, *a*값 및 *b*값을 측정하였다.

반죽의 텍스처 측정

제조한 반죽을 20 mm 두께로 절단하여 1시간 동안 실온에서 냉각한 후 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System Co., Haslemere, England)를 사용하여 경도(hardness), 탄성(springiness), 점착성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 겹성(gumminess)을 측정하였다. 사용된 plunger는 직경 2.5 cm, 속도는 1.0 mm/sec로 측정하였다.

통계 분석

모든 실험값의 통계는 최소한 3번 이상의 결과값을 평균한 수치를 이용하여 SAS (Statistical Analysis System) 통계 Package로 분산분석 및 Duncan의 다범위 검증법(Duncan's multiple range test)을 사용하였다.

결과 및 고찰

반죽의 pH

호밀가루를 첨가한 Bagel의 제조를 위한 반죽은 Table 1에 나타난 재료와 비율로 Fig. 1의 방법과 같이 제조하였다. 제조한 bagel 반죽을 5°C에서 저장하였을 때 pH의 변화를 보면 Table 2와 같다. 강력분 또는 중력분에 호밀가루를 첨가하였을 경우 숙성시간에 관계없이 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 pH가 증가하였는데, 숙성초기에는 호밀가루가 첨가되지 않았을 경우의 강력분은 pH 5.19에서 호밀가루가 30% 첨가되었을 때 5.51로, 중력분은 pH 5.21에서 5.63으로 유의적으로 증가하였다.

Table 1. Baking formula and ingredient specifications

Ingredients	Amount % (flour basis)
Flour (sifted)	100.0
Sugar (fine-granulated)	3.0
Salt	2.0
Shortening	3.0
Yeast	0.8
Water	50.0

Mixing	9 min
↓	
Proofing	10 min
↓	
Dividing	70 g
↓	
Rounding	
↓	
Intermediate proofing	10 min
↓	
Sheeting & moulding	
↓	
Aging	18 hr at 4°C
↓	
Tempering	25 min at room temp.
↓	
Boiling	2 min at 95°C
↓	
Drying	5 min
↓	
Baking	17 min at 240°C

Fig. 1. Process of bagel-baking.

숙성 후 30시간의 경우 강력분에 호밀가루를 첨가하지 않았을 때 pH 5.01에서 30%의 호밀가루가 첨가됨에 따라 pH 5.29로 증가하였으나 숙성 초기와 비교하여 pH의 증가폭이 크지 않았으며, 중력분의 경우에는 pH 4.86에서 5.41로 증가하여 숙성 초기와 비교하였을 때 그 증가폭이 상대적으로 높음을 알 수 있었다. 한편, 반죽의 숙성시간이 길어짐에 따라 강력분 또는 중력분의 pH가 약간 감소하는 경향을 나타내었는데 호밀가루를 첨가하지 않은 강력분의 경우에는 숙성 초기 pH 5.19에서 숙성 30시간 후 5.01로, 호밀가루를 첨가하지 않은 중력분의 경우에는 pH 5.21에서 4.86으로 변화함을 알 수 있

Table 2. pH of bagel dough prepared from wheat and rye flour blends during aging at 5°C

Blend (%)		Aging period (hr)				
		0	12	18	24	30
Strong flour	Rye flour					
100	0	5.19 ^{a1)}	5.14 ^a	5.03 ^{ab}	5.16 ^a	5.01 ^a
95	5	5.28 ^b	5.15 ^a	5.11 ^{bc}	5.27 ^b	5.04 ^{ab}
90	10	5.36 ^{bc}	5.25 ^b	4.94 ^a	5.34 ^c	5.09 ^{bc}
85	15	5.36 ^{bc}	5.29 ^c	5.17 ^{cd}	5.29 ^b	5.12 ^{cd}
80	20	5.41 ^{cd}	5.31 ^c	5.20 ^{de}	5.39 ^d	5.16 ^d
75	25	5.45 ^{da}	5.37 ^d	5.27 ^{de}	5.46 ^e	5.20 ^e
70	30	5.51 ^e	5.41 ^e	5.32 ^e	5.48 ^e	5.29 ^f
Medium flour	Rye flour					
100	0	5.21 ^a	5.265 ^a	5.06 ^a	5.215 ^a	4.86 ^a
95	5	5.33 ^b	5.29 ^{ab}	5.11 ^b	5.25 ^{ab}	4.96 ^b
90	10	5.36 ^b	5.32 ^{bc}	5.23 ^c	5.29 ^{bc}	5.05 ^c
85	15	5.48 ^c	5.35 ^{cd}	5.26 ^d	5.34 ^c	5.24 ^d
80	20	5.51 ^c	5.37 ^{de}	5.29 ^e	5.41 ^d	5.23 ^d
75	25	5.57 ^{cd}	5.40 ^e	5.29 ^e	5.44 ^{de}	5.32 ^e
70	30	5.63 ^d	5.435 ^f	5.34 ^f	5.48 ^e	5.41 ^f

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

었다. 또한 호밀가루를 30% 첨가한 강력분의 경우에는 숙성 초기 pH 5.51에서 숙성 30 시간 후에는 5.29로 변화하였으며 30%의 호밀가루가 첨가된 중

력분의 경우에는 숙성 초기 pH 5.63에서 숙성 30 시간 후에는 5.41로 감소함을 알 수 있었다. 호밀가루 자체의 pH는 약 5.8로서 pH가 상대적으로 높은 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH가 높아지는 것으로 판단되었다. 또한 반죽의 숙성시간이 증가함에 따라 pH가 감소하는 것은 숙성 시 lactic acid, acetic acid succinic acid, propionic acid, fumaric acid, pyruvic acid 등 소량의 산들이 생성되기 때문이며, 특히 ammonium sulfate나 ammonium chloride 등과 같은 암모늄 염이 황산이나 염산으로 전환되어 산도가 높아지기 때문인 것으로 설명할 수 있다(Pyler, 1988).

반죽의 숙성시간에 따른 Bagel의 특성

반죽의 숙성시간에 따른 bagel의 부피, 무게 및 비용적의 변화를 보면 Table 3과 같다. 반죽을 12 시간 숙성하였을 때 bagel의 부피, 무게 및 비용적의 변화를 보면, 강력분과 중력분 모두 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라서 부피는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내어 강력분의 경우 호밀가루를 첨가하지 않았을 때인 152 mL에서 30%의 호밀가루를 첨가하였을 경우에는 136 mL로 10% 이상 감소함을 알 수 있었다. 중력분의 경우에도 호밀가루를 첨가하지 않았을 때에는 130 mL의 부피를 보였

Table 3. Volume, weight and specific loaf volume of bagels prepared from wheat and rye flour blends at different aging time

Blend(%)		Volume (mL)			Weight (g)			Specific loaf volume (mL/g)		
		Aging time (hr)								
Strong flour	Rye flour	12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	153±2.8 ^{d1)}	212±10.6 ^d	167±3.5 ^c	58±0.0 ^a	57±1.4 ^a	56±0.7 ^a	2.63±0.1 ^c	3.73±0.28 ^d	2.96±0.03 ^c
95	5	149±5.6 ^{cd}	182±17.7 ^c	159±0.7 ^{bc}	57±0.0 ^a	57±0.0 ^a	56±0.7 ^a	2.61±0.1 ^{bc}	3.20±0.31 ^c	2.82±0.05 ^{bc}
90	10	144±1.4 ^{bc}	171±5.7 ^{bc}	155±7.1 ^{abc}	58±1.4 ^a	57±0.7 ^a	58±1.4 ^a	2.48±0.1 ^{abc}	2.97±0.14 ^{bc}	2.68±0.19 ^{ab}
85	15	142±0.7 ^{abc}	157±3.5 ^{ab}	152±3.5 ^{ab}	58±0.0 ^a	57±0.0 ^a	57±0.7 ^a	2.45±0.0 ^{ab}	2.76±0.06 ^{abc}	2.65±0.09 ^{ab}
80	20	138±2.1 ^{ab}	150±7.1 ^{ab}	149±4.2 ^{ab}	58±0.7 ^a	57±0.0 ^a	58±0.7 ^a	2.36±0.1 ^a	2.63±0.12 ^{ab}	2.55±0.04 ^{ab}
75	25	139±0.7 ^{ab}	149±8.5 ^{ab}	147±10.6 ^{ab}	57±1.4 ^a	57±0.7 ^a	58±0.0 ^a	2.44±0.1 ^a	2.59±0.18 ^{ab}	2.54±0.18 ^{ab}
70	30	136±1.4 ^a	142±3.5 ^a	144±1.4 ^a	57±0.7 ^a	58±0.7 ^a	58±2.1 ^a	2.36±0.1 ^a	2.43±0.09 ^a	2.46±0.11 ^a
Medium flour	Rye flour	Aging time (hr)								
		12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	130±0.7 ^c	130±14.1 ^d	131±6.4 ^c	55±0.7 ^a	57±0.0 ^{ab}	57±0.7 ^a	2.35±0.02 ^f	2.29±0.25 ^c	2.29±0.08 ^a
95	5	126±0.7 ^d	125±2.8 ^d	123±14.1 ^{bc}	55±0.7 ^a	59±0.0 ^b	57±0.0 ^a	2.28±0.02 ^{ef}	2.12±0.05 ^c	2.16±0.25 ^a
90	10	125±0.0 ^d	124±1.4 ^d	112±13.4 ^{bc}	56±0.7 ^a	57±0.7 ^{ab}	58±0.0 ^a	2.21±0.03 ^{de}	2.16±0.05 ^c	1.94±0.23 ^a
85	15	122±1.4 ^c	109±3.5 ^{cd}	108±27.6 ^{abc}	56±0.0 ^a	56±0.7 ^a	58±0.0 ^a	2.17±0.03 ^{cd}	1.93±0.08 ^{bc}	1.86±0.51 ^a
80	20	120±0.7 ^c	91±5.0 ^{bc}	93±12.7 ^{abc}	57±1.4 ^a	57±0.7 ^{ab}	57±0.0 ^a	2.11±0.04 ^c	1.59±0.11 ^b	1.63±0.22 ^a
75	25	111±2.1 ^b	82±10.6 ^{ab}	83±27.6 ^{ab}	56±0.7 ^a	56±0.7 ^a	57±0.7 ^a	1.97±0.06 ^b	1.46±0.27 ^{ab}	1.46±0.50 ^a
70	30	104±1.4 ^a	60±7.1 ^a	64±1.4 ^a	57±0.0 ^a	57±0.0 ^{ab}	57±0.7 ^a	1.82±0.03 ^a	1.03±0.11 ^a	1.50±0.51 ^a

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

지만 30%의 호밀가루를 첨가하면 104 mL로 20% 감소하였다. 반죽의 무게는 호밀가루 첨가량에 관계없이 일정한 값을 유지하였으며 따라서 부피를 무게로 나눈 비용적은 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

반죽을 24시간 숙성시켰을 경우에도 호밀가루 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 부피가 감소하였는데 강력분의 경우에는 30% 이상 감소하였고 중력분의 경우에도 50% 이상 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 강력분의 경우에는 호밀가루를 10%까지 첨가하였을 때 부피의 감소폭이 매우 컸으나 첨가량이 15% 이상에서는 첨가량이 증가하여도 부피의 변화가 유의적으로 변화하지 않았다. 숙성기간을 30 시간으로 증가시켰을 경우에도 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 부피가 감소함을 알 수 있었다.

숙성시간에 따른 반죽의 부피와 비용적의 전체적인 변화량을 살펴 보면 대체적으로 숙성기간이 18 시간까지는 부피와 비용적이 감소하는 경향을 나타내었고 강력분보다는 중력분이 부피와 비용적의 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 또한 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 강력분보다는 중력분이 부피와 비용적의 감소량이 큰 것으로 나타났다.

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. 빵이나 케이크 등의 제품과 관련하여 밀 단백질의 품질을 고려할 때는 품종고유의 특성인 글루텐 형성 단백질의 양과 질적인 차이가 문제가 된다(Monsivaie *et al.*, 1983). 밀의 단백질 함량은 밀가루 또는 반죽의 물리적, 화학적 특성에 크게 영향을 미치며 일반적으로 단백질 함량이 증가함에 따라 빵의 부피가 증가한다. 본 실험에서 사용한 강력분, 중력분 및 호밀가루의 단백질 함량은 강력분이 12.6%, 중력분이 9.5%, 호밀가루가 9.0%이었는데 (Lee *et al.*, 2006), 단백질 함량이 상대적으로 적은 호밀가루를 첨가함에 따라 반죽의 부피와 비용적이 감소하는 것으로 판단된다.

반죽의 비용적과 품질특성간의 상관관계

반죽의 비용적과 품질특성간의 상관관계를 조사한 결과를 Table 4에 나타내었다. 비용적과 단백질 함량은 고도의 정의 상관관계를 나타내었는데 강력분($r=0.903^{**}$)보다는 중력분($r=0.971^{**}$)이 보다 높은 값을 보여주었다. 침전기의 경우도 강력분과 중력

분이 고도의 정의 상관관계($r=0.900^{**}$, $r=0.907^{**}$)를 보였다. 보수율과 알칼리수 흡수율은 부의 상관관계를 나타내었는데 강력분보다는 중력분이 보다 높은 부의 상관관계를 나타내었다. Mixograph 분석에 의한 peak time은 강력분과 중력분 모두 고도의 정의 상관관계($r=0.872^{**}$, $r=0.883^{**}$)를 나타내었지만 peak height의 경우는 중력분에서는 고도의 정의 상관관계($r=0.978^{**}$)를 나타낸 반면 강력분에서는 상관관계($r=0.544$)가 매우 낮음을 보여 주었다. RVA 분석에 있어서는 강력분의 경우 호화 개시온도와 비용적은 상관관계가 없는 것으로 나타난 반면 중력분에서는 부의 상관관계($r=-0.749^{*}$)를 보여주었다. 최고점도, 최소점도 및 최종점도는 비용적과 고도의 상관관계를 나타내었다.

침전기는 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. Lee *et al.*(2006)에 의하면 강력분 또는 중력분에 호밀가루를 첨가하였을 때 밀가루의 종류에 관계없이 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 단백질 함량과 침전가가 감소하였으며, 침전가와 단백질 함량과의

Table 4. Correlation coefficient between specific loaf volume and quality parameter of wheat and rye flour blends

Quality parameter	Specific loaf volume	
	Strong flour + rye flour	Medium flour + rye flour
Protein content	0.903 ^{**}	0.971 ^{**}
Sedimentation	0.900 ^{**}	0.907 ^{**}
WRC ¹⁾	-0.841 ^{**}	-0.942 ^{**}
AWRC ²⁾	-0.822 [*]	-0.994 ^{**}
Mixograph		
Peak time	0.872 ^{**}	0.883 ^{**}
Peak height	0.544	0.978 ^{**}
Width at peak	0.623	0.373
Width at 8.00	0.905 ^{**}	-0.087
Rapid Visco Analyser		
Initial gelling temperature	-0.386	-0.749 [*]
Maximum viscosity	0.889 ^{**}	0.944 ^{**}
Minimum viscosity	0.930 ^{**}	0.971 ^{**}
Final viscosity	0.878 ^{**}	0.922 ^{**}

¹⁾Water retention capacity

²⁾Alkaline water retention capacity

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

상관관계는 강력분의 경우($r= 0.988^{**}$)와 중력분의 경우($r= 0.974^{**}$) 모두 정의 상관관계를 나타내었다고 보고하였다. 본 연구결과에서 단백질함량이 상대적으로 적은 호밀가루의 첨가량이 증가할수록 비용적이 감소하며 비용적은 단백질 함량 또는 침전가와 정의 상관관계에 있으므로 Lee *et al.* (2006)의 연구결과와 일치함을 알 수 있었다.

Miyauchi와 Watanabe(1978)의 연구에 의하면 보수율은 시료의 단백질 양과 질에 관련이 있다고 밝혔으며 McConnell *et al.*(1974)의 연구에 의하면 보수율은 식이섬유의 종류, 함량, 입자의 크기에 따라 영향을 받는다고 밝혔다. 한편, Chang *et al.*(1984)의 연구에서는 알칼리수 흡수율과 Pelshenke value와 침전가는 서로 상관관계가 있다고 보고하였고, 알칼리수 흡수율이 밀가루의 품질특성 및 품질 유전성의 평가 등에 광범위하게 이용되고 있다고 하였다. Lee *et al.* (2006)은 밀가루에 호밀가루를 첨가하였을 경우 호밀첨가량이 증가할수록 보수율과 알칼리수 흡수율이 증가하는 결과를 나타내었으며, 중력분보다는 강력분에 호밀가루를 첨가한 것이 보수율과 알칼리수 흡수율이 높은 것으로 보고한 바 있다.

밀가루 단백질의 함량과 품질은 가공이용 시 반죽의 물성(rheology)에 중요한 영향을 미치게 되는

데, 이러한 특성을 측정하기 위하여 사용되는 Mixograph 특성은 글루텐 형성 단백질에 의하여 결정되며, 각각의 밀 품종마다 고유의 Mixograph 패턴을 지니고 있다(Yamazaki, 1954). Lee *et al.* (2006)은 밀가루에 호밀가루를 첨가하였을 때 peak time과 width at peak가 강력분과 중력분 모두 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 강력분의 경우 peak time에 도달하는 시간이 중력분보다 더 오래 걸렸으나 호밀가루의 양이 증가함에 따라 그 값의 차이도 줄어서 유의적 차이를 나타내지 않았다고 보고한 바 있다. 또한 RVA에 의한 호화특성 중 호화 개시온도는 69.3-72.0로서 호밀가루를 첨가한 시료간에 0.7~2.7의 차이가 있었고, 최고점도는 192.9~261.5 RVU로 강력분보다는 중력분 쪽에서 그 차이가 더 큰 것으로 나타났다고 하였으며 강력분의 경우 최종점도는 단백질 함량, 침전가, 보수율 및 알칼리수 흡수율 등과 고도의 상관관계를 나타내었다고 보고하였다.

호밀가루를 첨가한 bagel의 crumb과 crust 색도 호밀가루를 첨가한 bagel의 숙성에 따른 crumb 색도의 변화를 Table 5에 나타내었다. 숙성 12시간에서 강력분의 경우 L값은 호밀가루가 첨가 되지 않았을 때 82.8로 호밀가루를 첨가함에 따라 L값이

Table 5. Changes in crumb color of bagels prepared from wheat and rye flour blends at different aging time

Blend (%)		Aging time (hr)								
Strong flour	Rye flour	L			a			b		
		12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	82.8±1.2 ^{dt1)}	82.2±1.3 ^e	81.9±1.5 ^d	-1.7±0.1 ^a	-1.7±0.1 ^a	-1.6±0.1 ^a	13.2±0.5 ^a	14.2±0.6 ^a	14.0±0.6 ^a
95	5	78.9±1.2 ^c	80.6±1.2 ^{de}	80.9±0.9 ^d	-0.3±0.2 ^b	-0.5±0.0 ^b	-0.4±0.1 ^b	13.4±0.5 ^a	14.4±0.7 ^a	13.9±0.5 ^a
90	10	75.1±3.5 ^b	79.2±1.1 ^d	77.7±1.4 ^c	0.6±0.2 ^c	0.3±0.2 ^c	0.6±0.2 ^c	14.4±0.4 ^b	15.1±0.6 ^b	15.3±0.6 ^b
85	15	72.4±6.5 ^{ab}	76.5±1.3 ^c	76.5±2.4 ^c	1.7±0.3 ^d	1.0±0.1 ^d	1.6±0.2 ^d	15.2±1.0 ^c	15.6±0.6 ^c	16.6±0.8 ^c
80	20	73.2±0.4 ^{ab}	74.1±1.6 ^b	74.4±0.7 ^b	2.4±0.1 ^e	1.7±0.3 ^e	2.3±0.1 ^e	16.9±0.2 ^d	16.9±0.9 ^d	16.9±0.5 ^e
75	25	71.3±1.4 ^a	71.8±1.2 ^a	71.3±0.8 ^a	2.8±0.2 ^f	2.7±0.2 ^f	2.8±0.2 ^f	17.3±0.4 ^{de}	18.1±0.2 ^e	18.1±0.2 ^d
70	30	70.8±1.3 ^a	71.4±1.7 ^a	70.4±0.7 ^a	3.4±0.2 ^g	3.4±0.2 ^g	3.5±0.3 ^g	17.8±0.1 ^e	18.9±0.4 ^f	18.5±0.2 ^d
Medium flour	Rye flour	Aging time (hr)								
		12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	79.5±0.9 ^d	83.0±1.6 ^d	82.0±1.9 ^f	-2.2±0.1 ^{1a}	-2.2±0.0 ^a	-2.2±0.1 ^a	15.9±0.4 ^b	16.2±0.6 ^a	16.0±0.5 ^a
95	5	76.4±2.5 ^c	77.0±2.5 ^c	76.9±1.4 ^c	-0.5±0.3 ^b	-0.4±0.1 ^b	-0.6±0.1 ^b	15.2±0.5 ^a	16.6±1.5 ^a	16.1±0.4 ^a
90	10	73.9±3.6 ^b	75.0±9.3 ^{bc}	77.0±2.1 ^e	0.6±0.3 ^c	0.8±0.2 ^c	0.6±0.2 ^c	16.4±0.7 ^{bc}	17.5±1.2 ^{ab}	16.8±0.4 ^b
85	15	72.7±0.9 ^b	74.8±0.8 ^{abc}	74.4±1.2 ^d	1.6±0.2 ^d	1.6±0.2 ^d	1.6±0.1 ^d	17.0±0.8 ^{cd}	17.5±0.3 ^{ab}	17.5±0.3 ^c
80	20	71.8±0.7 ^b	71.7±1.8 ^{ab}	72.3±0.7 ^c	2.5±0.3 ^e	2.5±0.1 ^e	2.6±0.1 ^e	17.5±0.3 ^{de}	18.5±0.3 ^{bc}	18.5±0.4 ^d
75	25	68.8±0.9 ^a	69.9±1.3 ^a	70.0±1.2 ^b	3.0±0.4 ^f	3.1±0.2 ^f	3.5±0.3 ^f	18.0±0.4 ^e	19.1±0.4 ^{cd}	18.9±0.4 ^d
70	30	67.4±0.7 ^a	69.9±1.7 ^a	67.4±1.2 ^a	3.9±0.2 ^g	4.0±0.2 ^g	4.3±0.3 ^g	18.9±0.2 ^f	20.1±0.3 ^d	19.8±0.4 ^e

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

감소하여 30% 첨가 시 70.8로 호밀가루가 첨가됨에 따라 밝기가 유의적으로 감소되었다. 중력분의 경우에도 호밀가루가 첨가되지 않았을 때 *L*값이 79.5에서 30% 첨가 시 67.4로 감소하여 호밀가루가 첨가됨에 따라 밝기가 감소됨을 알 수 있었다. *a*값과 *b*값의 경우에는 강력분과 중력분 모두 호밀가루를 첨가함에 따라 적색계열을 띄게 되어 값이 증가함을 알 수 있었다. 숙성시간에 따른 *L*, *a*, *b*값을 살펴 보면 강력분과 중력분 모두에서 숙성기간에 상관없이 값이 거의 변화하지 않아 숙성에 따른 색도의 변화는 없는 것으로 나타났다.

호밀가루를 첨가한 bagel의 crust 색도는 Table 6에 나타난 바와 같이 강력분과 중력분 모두 호밀가루를 첨가함에 따라 *L*, *a*, *b*값 모두 유의적으로 감소하는 경향을 보여 주었다. 숙성시간에 따른 *L*, *a*, *b*값은 crumb의 경우와는 약간 다르게 숙성이 진행됨에 따라 값이 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 호밀가루의 첨가에 의해 bagel의 색도가 변화하는 이유는 호밀가루 자체의 색상에 기인하는 것으로 판단되었으며 숙성이 색도에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

호밀 가루를 첨가한 bagel의 crumb 텍스처

호밀가루를 첨가한 bagel의 crumb 텍스처 특성은

Table 7에 나타난 바와 같다. 강력분과 중력분 모두 호밀가루의 첨가량이 증가할수록 경도는 높아지는 경향을 보였는데, 숙성 12시간에서 중력분의 경우는 호밀가루 25% 첨가구까지 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 강력분보다는 중력분이 호밀가루의 첨가량이 증가할수록 경도가 높아지는 경향을 나타내었으며 숙성시간에 따른 경도의 변화는 일정한 패턴을 지니고 있지 않았다. 탄성은 강력분과 중력분 모두 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 약간 감소하는 경향을 나타내었으며 숙성시간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보여주었다. 검성은 강력분과 중력분 모두 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 약간 증가하는 경향을 나타내었으나 집착성은 유의적인 변화를 보이지 않았다. 씹힘성은 첨가량이 증가함에 따라 약간 증가하는 경향을 나타내었으나 숙성시간에 따른 변화는 일정한 패턴을 보여주지 않았다. 호밀가루를 이용하여 빵을 제조하는 과정은 밀가루를 이용하여 빵을 제조하는 과정과는 다른데 그 이유는 호밀을 이용할 경우 대부분 전곡가루를 이용하기 때문이다(Parkkonen *et al.*, 1994). 호밀가루 반죽은 호밀 단백질의 특성 때문에 가스 보유능이 밀가루 반죽에 비해 매우 떨어지며 호밀 전분 및 비전분성 당류 등이 반죽의 구조 형성에 영향을 미치게 된다(Autio *et al.*, 1996).

Table 6. Changes in crust color of bagels prepared from wheat and rye flour blends at different aging time

Blend (%)		L			a			b		
Strong flour	Rye flour	Aging time (hr)								
		12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	53.3±2.6 ^{di}	58.7±1.6 ^c	54.8±1.4 ^d	17.6±0.9 ^{bc}	20.7±7.7 ^a	19.7±0.5 ^{cd}	31.7±1.1 ^c	30.9±6.5 ^{abc}	33.3±1.3 ^d
95	5	51.9±1.6 ^{cd}	55.6±3.5 ^b	53.3±1.2 ^c	18.1±0.5 ^{cd}	18.2±1.3 ^a	20.2±0.5 ^d	30.6±1.8 ^c	32.6±1.9 ^{bc}	31.2±1.2 ^c
90	10	50.6±3.3 ^{bc}	56.4±2.4 ^{bc}	52.8±1.1 ^{bc}	18.4±0.6 ^d	17.1±0.6 ^a	19.5±0.3 ^c	30.1±2.5 ^c	34.2±0.8 ^c	29.4±0.9 ^a
85	15	48.6±1.5 ^{ab}	52.7±2.6 ^a	52.3±1.1 ^{abc}	18.5±0.4 ^d	18.1±0.5 ^a	18.6±0.5 ^b	27.6±1.5 ^b	30.4±2.0 ^{ab}	30.1±0.8 ^{abc}
80	20	48.4±2.6 ^{ab}	52.5±3.0 ^a	52.0±1.0 ^{abc}	17.7±0.3 ^c	17.7±0.9 ^a	18.2±0.2 ^{ab}	26.7±2.4 ^{ab}	30.1±1.9 ^{ab}	30.8±1.1 ^{bc}
75	25	49.7±1.2 ^{abc}	52.3±1.8 ^a	51.7±1.5 ^{ab}	16.7±0.6 ^a	17.8±0.5 ^a	18.1±0.4 ^{ab}	27.5±1.4 ^b	28.2±0.8 ^a	29.7±0.5 ^{ab}
70	30	47.4±0.9 ^a	50.5±1.5 ^a	51.2±0.9 ^a	16.9±0.5 ^{ab}	17.7±0.3 ^a	17.9±0.3 ^a	25.1±0.7 ^a	29.4±1.6 ^{ab}	29.1±1.0 ^a
Medium flour	Rye flour	Aging time (hr)								
		12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	54.6±2.2 ^b	57.1±1.7 ^b	56.0±2.0 ^d	18.3±0.8 ^d	18.0±0.7 ^b	18.2±0.7 ^{ab}	31.2±2.6 ^c	34.8±0.9 ^e	33.6±1.7 ^c
95	5	52.5±3.0 ^b	56.3±1.6 ^b	55.0±2.1 ^{cd}	18.5±0.2 ^d	17.9±0.9 ^b	18.5±0.8 ^b	29.0±1.1 ^b	33.8±1.0 ^{de}	30.4±2.4 ^b
90	10	52.4±2.3 ^b	55.6±2.3 ^b	53.7±2.2 ^{bcd}	17.6±0.7 ^c	17.1±0.9 ^{ab}	18.4±0.7 ^b	30.3±1.8 ^{bc}	33.3±0.4 ^d	31.6±1.3 ^b
85	15	52.3±1.5 ^b	55.4±1.2 ^b	53.6±1.9 ^{bcd}	16.4±0.5 ^a	17.8±0.5 ^b	17.6±0.4 ^a	31.0±1.3 ^{bc}	31.5±0.9 ^{bc}	32.3±1.3 ^{bc}
80	20	49.7±1.5 ^a	53.1±1.3 ^a	52.5±2.8 ^{bc}	17.1±0.4 ^{bc}	17.4±0.1 ^{ab}	18.6±0.4 ^b	29.2±0.9 ^{bc}	30.8±0.8 ^{ab}	30.9±1.0 ^b
75	25	49.2±1.4 ^a	53.4±0.8 ^a	52.0±1.4 ^b	16.8±0.6 ^{ab}	17.2±0.6 ^{ab}	17.8±0.8 ^{ab}	27.1±1.0 ^a	30.4±1.1 ^a	31.9±1.1 ^{bc}
70	30	48.5±1.8 ^a	53.0±1.7 ^a	48.8±1.0 ^a	17.1±0.4 ^{bc}	16.9±0.6 ^a	18.5±0.3 ^b	26.5±1.5 ^a	32.0±0.7 ^c	27.9±1.0 ^a

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

Table 7. Crumb texture values of bagels prepared from wheat and rye flour blends at different aging time

Blend (%)		Hardness			Springness			Gumminess			Cohesiveness			Chewiness		
Strong flour	Rye flour	Aging time (hr)														
		12	24	30	12	24	30	12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	724 ^{al}	379 ^a	557 ^a	0.839 ^b	0.900 ^c	0.881 ^b	460 ^{ab}	252 ^a	470 ^{ab}	0.569 ^a	0.666 ^d	0.643 ^a	386 ^{ab}	224 ^a	414 ^{ab}
95	5	810 ^{ab}	597 ^a	588 ^a	0.833 ^b	0.889 ^c	0.870 ^{ab}	713 ^c	389 ^a	356 ^a	0.566 ^a	0.652 ^c	0.640 ^a	588 ^c	345 ^a	310 ^a
90	10	1172 ^{bc}	884 ^{ab}	733 ^{ab}	0.833 ^b	0.880 ^{bc}	0.868 ^{ab}	692 ^c	566 ^{ab}	378 ^a	0.567 ^a	0.642 ^{bc}	0.645 ^a	576 ^c	483 ^{ab}	328 ^a
85	15	1221 ^c	928 ^{ab}	883 ^{bc}	0.826 ^{ab}	0.876 ^{bc}	0.867 ^{ab}	412 ^a	597 ^{ab}	564 ^{bc}	0.569 ^a	0.644 ^{bc}	0.639 ^a	338 ^a	526 ^{ab}	490 ^{bc}
80	20	1260 ^c	1047 ^{ab}	1086 ^{cd}	0.822 ^{ab}	0.853 ^{ab}	0.867 ^{ab}	660 ^{bc}	673 ^{ab}	689 ^{cd}	0.563 ^a	0.644 ^{bc}	0.635 ^a	550 ^{bc}	587 ^{ab}	588 ^{cd}
75	25	1308 ^c	1445 ^b	1046 ^{cd}	0.809 ^a	0.852 ^{ab}	0.864 ^{ab}	1326 ^d	1002 ^b	660 ^{cd}	0.569 ^a	0.629 ^a	0.632 ^a	1069 ^d	843 ^b	570 ^d
70	30	2333 ^d	1597 ^b	1185 ^d	0.807 ^a	0.837 ^a	0.855 ^a	736 ^c	914 ^b	746 ^d	0.565 ^a	0.634 ^{ab}	0.630 ^a	595 ^c	755 ^b	644 ^d
Medium flour	Rye flour	Aging time (hr)														
		12	24	30	12	24	30	12	24	30	12	24	30	12	24	30
100	0	905 ^a	1032 ^a	425 ^a	0.843 ^b	0.905 ^d	0.908 ^b	517 ^a	769 ^a	281 ^a	0.573 ^{ab}	0.660 ^b	0.662 ^d	430 ^a	692 ^{ab}	255 ^a
95	5	1089 ^{ab}	1042 ^a	851 ^a	0.842 ^b	0.900 ^{cd}	0.902 ^b	627 ^{ab}	674 ^a	646 ^a	0.576 ^b	0.653 ^b	0.644 ^{bc}	529 ^b	610 ^a	582 ^a
90	10	1182 ^{ab}	1171 ^a	902 ^a	0.828 ^{ab}	0.884 ^{bc}	0.891 ^b	673 ^{ab}	679 ^a	551 ^a	0.570 ^{ab}	0.653 ^b	0.648 ^c	566 ^{ab}	599 ^a	490 ^a
85	15	1372 ^{ab}	1376 ^a	1002 ^a	0.824 ^{ab}	0.877 ^{ab}	0.891 ^b	890 ^{ab}	1020 ^{abc}	583 ^a	0.571 ^{ab}	0.640 ^a	0.647 ^c	733 ^{ab}	894 ^{abc}	519 ^a
80	20	1456 ^{ab}	1945 ^{ab}	1730 ^b	0.815 ^{ab}	0.875 ^{ab}	0.864 ^a	1129 ^b	880 ^{ab}	1101 ^b	0.558 ^a	0.639 ^a	0.636 ^a	922 ^b	767 ^{ab}	942 ^b
75	25	1558 ^{ab}	2220 ^{ab}	1741 ^b	0.814 ^{ab}	0.859 ^a	0.859 ^a	814 ^{ab}	1403 ^c	1100 ^b	0.560 ^{ab}	0.632 ^a	0.633 ^a	677 ^{ab}	1203 ^c	947 ^b
70	30	2018 ^b	3094 ^b	2661 ^c	0.779 ^a	0.859 ^a	0.857 ^a	774 ^{ab}	1231 ^{bc}	1694 ^c	0.565 ^{ab}	0.632 ^a	0.638 ^{ab}	606 ^{ab}	1059 ^{bc}	1442 ^c

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

특히 arabinoxylan 등과 같은 pentosan의 함량이 밀가루에 비하여 매우 높을 때 arabinoxylan은 계면활성이 있고 이로 인해 반죽의 점성에 영향을 미치게 된다(Vinkx와 Delcour, 1996). 또한 호밀 전분은 밀 전분보다 낮은 온도에서 호화되며 노화가 지연되는 특성이 있으며(Fredriksson *et al.*, 1998) 호밀 단백질은 덩어리를 형성하는 경향이 있으며 계면활성도 지니고 있는 등 반죽 특성에 영향을 미치는 인자로 작용한다(Field *et al.*, 1983). 호밀에 존재하는 이러한 여러 가지 물질들의 복합적인 작용에 의해 밀가루에 호밀가루를 첨가하여 반죽하였을 경우 반죽의 특성이 본 연구에서 나타난 바와 같이 변화한다고 판단된다. 본 연구에서 밝힌 bagel 제조에 있어서 호밀가루 첨가량에 따른 제조적성을 bagel의 산업적 생산공정에 적용한다면 더욱 우수한 품질의 bagel을 제조할 수 있으리라 기대한다.

요 약

호밀가루 첨가가 bagel 제빵 시 반죽의 제조적성에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다. 강력분 또는 중력분에 호밀가루를 첨가하였을 경우 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH가 증가하였으며 반죽의 숙성시간이 길어짐에 따라 반죽의 pH가 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 강력분과 중

력분 모두 호밀가루의 첨가량이 증가함에 따라 부피와 비용적은 유의적으로 감소하였으며 숙성 18 시간까지는 부피와 비용적이 감소하는 경향을 나타내었다. 반죽의 비용적은 단백질 함량, 침전가와 고도의 정의 상관관계를 나타낸 반면, 보수율, 알칼리 수 흡수율과는 부의 상관관계를 나타내었다. Mixograph 분석에 의한 peak time은 반죽의 비용적과 고도의 정의 상관관계를 나타내었으며 RVA 분석에 있어서의 최고점도, 최소점도 및 최종점도도 비용적과 고도의 상관관계를 나타내었다. Bagel의 crumb의 L값은 호밀가루를 첨가함에 따라 감소되었지만 a값과 b값의 경우에는 증가한 반면에 crust의 L, a, b값은 모두 감소하는 경향을 보여 주었다. Bagel의 crumb의 경도와 검성, 씹힘성은 호밀가루를 첨가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.

참고문헌

- Aman P., M. Nilsson, and R. Andersson. 1997. Positive health effects of rye. *Cereal Foods World* 42: 684-688
- American Association of Cereal Chemistry. 2000. Approved methods of the AACC, 10th ed., AACC, Inc., St. Paul, MN, USA
- Autio, K., H. Härkönen, T. Parkkonen, T. Frigård, K. Poutanen, M. Siikaaho, and P. Åman. 1996. Effects of purified endo-b-xylanase and endo-b-glucanase on the structural

- and baking characteristics of rye doughs. *Lebensm. Wiss. Technol.* **28**: 18-27
- 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
- Field, J.M., R. Shewry, and B.J. Mifflin. 1983. Aggregation states of alcohol-soluble storage proteins of barley, rye, wheat and maize. *J. Sci. Food Agric.* **34**: 362-369
- Fredriksson, H., J. Silverio, R. Andersson, A.-C. Eliasson, and P. Åman. 1998. The influence of amylase and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. *Carbohydr. Polym.* **35**: 199-134
- Lee, N.H., S.H. Yoo, Y.S. Park, and H.G. Chang. 2006. Dough characteristics of bagel supplemented with rye flour. *Abstracts of Spring Meeting of 2006 Korean Society for Food Engineering*, pp 115.
- 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
- Miyauchi, K.S. and T. Watanabe. 1978. Modified soybean protein with high water-holding capacity, *Cereal Chem.* **55**: 157-159
- Monsivaie, M., R.C. Hosene, 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
- Nyman, M., M. Siljeström, B. Pedersen, K.E. Knudsen, N.-G. Asp, C.-G. Johansson, and B.O. Eggum. 1984. Dietary fiber content and composition in six cereals at different extraction rates. *Cereal Chem.* **61**: 14-19
- Pakkonen, T. H. Härkönen, and K. Autio. 1994. Effect of baking on microstructure of rye cell walls and protein. *Cereal Chem.* **71**: 58-63
- Pyler, E.J. 1988. Baking science & technology, 3rd ed, Vol. 1, Sosland Pub. Co., Merriam, KA, USA, pp. 625-638
- 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
- Vinkx, C.J.A. and J.A. Delcour. 1996. Rye (*Secale cereale* L.) arabinoxylans: A critical review. *J. Cereal Sci.* **24**: 1-14
- 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