

메밀빵 제조: 2. 활성 글루텐과 수용성 gum 물질이 메밀빵 특성에 미치는 효과

정지영 · 김창순
창원대학교 식품영양학과

Development of Buckwheat Bread: 2. Effects of Vital Wheat Gluten and Water-Soluble Gums on Baking and Sensory Properties

Ji-Young Chung and Chang-Soon Kim

Department of Foods and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

The breadmaking characteristics of composite flour containing 30% of buckwheat and 70% of wheat with the addition of vital wheat gluten and water-soluble gums, were studied to establish the optimum formula for the development of buckwheat bread. The addition of vital wheat gluten or/and gums led to successful formation of buckwheat bread, giving loaf volume increase and improvement of sensory quality, especially texture determined by QDA (Quantitative Descriptive Analysis). Among those additives, xanthan gum showed the best volume expansion. Synergistic effects on bread quality were observed when the vital wheat gluten and xanthan gum or guar gum were used together. As buckwheat flour was substituted for wheat flour, gelatinization started early and the maximum viscosity increased measured by an amylography. The addition of gluten and gums caused the initial gelatinization to occur at a higher temperature and maximum viscosity to decrease.

Key words: buckwheat bread, vital gluten, gums

I. 서 론

오늘날 우리의 식생활 형태가 서구화 내지 편리한 식생활 패턴으로 변모되면서 빵의 소비가 증가하고 있다¹⁾. 또한 건강에 대한 소비자들의 관심 고조로 최근에는 빵의 소비 문화에도 많은 변화가 일어나고 있어 건강빵, 영양빵을 지향하는 추세이다²⁾. 밀가루 이외의 다른 곡류 분을 빵 반죽에 첨가하면 빵에 새로운 맛이나 저장성 및 영양성의 향상을 도모할 수 있다. 그 예로 호밀 빵이 흰 밀 빵보다 저장성이 우수하며³⁾, 라이신 함량이 풍부한 곡류 분을 사용하거나, bran을 포함한 전밀을 사용할 경우 빵의 영양적 가치가 증가하게 된다⁴⁾. 일반적으로 밀가루 이외에 사용되는 곡류 분은 호밀, 귀리, 보리, 수수, 옥수수 등으로 구성되어 있다.

최근 고혈압이나 당뇨병과 같은 식이요법이 절대적으로 필요한 성인병의 예방 및 치료를 위해 혈압 강하나 혈당 농도 저하 효과가 있는 기능성 식품에 대한 연구가 활발하게 수행되고 있다. 이 중 관심을 끌고

있는 식품으로 메밀을 들 수 있다. 메밀은 영양적 가치가 높은 건강 곡류로 단백질, 비타민, 무기질 원으로서 우수하며 다량의 수용성 식이 섬유를 함유하고 있다. 또한 메밀에는 혈관의 지나친 투과성을 억제시켜 주는 약리 작용이 있는 rutin(querعتin 3-rutinoside)이 함유되어 있어 모세 혈관계 질환의 치료제, 동맥경화증 예방제나 혈압 강하제로 사용되고 있다⁵⁻¹⁰⁾. 그리고 체장의 크기 및 소화 효소의 분비에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며 혈당 반응 저하의 당뇨병 치료 식품으로서의 탁월성이 인정되고 있다^{11,12)}.

현재 세계 여러 나라들의 메밀 이용을 보면 미국, 러시아에서는 주로 사료로 사용되고 있고, 동유럽 지역에서는 수프로 캐나다에서는 pancake 재료로, 이탈리아에서도 마카로니, 스파게티의 형태로 섭취하고 있다. 가장 많이 메밀을 섭취하는 일본은 "soba"라고 불리는 국수 형태의 기호식품으로 대중화되어 있고¹³⁾ 우리나라에서는 주로 막국수, 냉면 등의 국수류, 묵, 부침가루 등에 국한되어 있다⁹⁾.

현재까지 메밀에 관한 연구는 메밀을 많이 섭취하고

있는 일본과 대량 생산하는 캐나다에서 주로 이루어지고 있으며 그 내용을 보면 지방산 조성에 관한 연구¹⁴⁾, 메밀의 갈색화와 색도 평가¹⁵⁾, 메밀 배유부의 비진분질 탄수화물에 관한 연구¹⁶⁾, 수용성 G-rutin이 제빵 적성 및 빵 반죽의 개선제로서의 효과^{17, 18)} 등에 관하여 보고 되었고, 국내에서의 연구는 냉동건조 막국수의 제조 및 이화학적 성질¹⁹⁾, 메밀가루와 밀가루 복합분의 건면 제조 시험²⁰⁾ 등으로 메밀 가공품 제조 분야에서 특히 건 강빵류 제품에 관한 연구가 요구되고 있다.

이스트 발효빵 제조에 있어서 밀가루가 다른 곡류 분들 중에서 유일하게 점탄성 반죽의 특성을 지니는 글루텐을 형성할 수 있다. 그것은 발효나 굽기 과정에서 CO₂ gas를 보유하여 결과적으로 가벼운 조직감의 빵제품을 형성하게 된다.

그러나 메밀에 함유되어 있는 단백질은 밀단백과 달리 반죽과정에서 글루텐을 형성할 수 없고 그러한 반죽은 발효시 생성된 CO₂ gas를 보유할 수 없어 매우 조밀하고 무거운 빵제품이 된다^{21, 22)}. 그러므로 밀가루 대신 다른 곡류 분이 대체되면 글루텐 희석 효과가 나타나게 되므로 복합 분 반죽으로는 밀가루만 사용하였던 경우와 같은 정도의 반죽 특성이 나타나지 않게 된다. 이러한 경우 밀가루 빵의 배합비를 직접 사용할 수 없어 배합비 수정 및 공정의 최적화를 통하여 제빵 적성의 개선이 필히 요구되고 있다.

밀가루 이외의 곡류에 결여된 글루텐의 기능성을 보완하기 위하여 gum 물질이나 유화제가 주로 사용되고 있다²³⁾. 그 예로 글루텐 불내증(gluten intolerance)으로 고통받는 사람들을 위하여 글루텐이 없는 빵 제조 시 전분과 물 혼합에 반죽 형성제로서 cellulose 유도체나 lecithin이 첨가되기도 하였다²⁴⁾.

그 외에 hydroxy propyl methyl cellulose의 사용으로 100% 쌀가루 빵 제조에서 CO₂ gas 보유력을 향상시킬 수 있음을 밝혔으며²⁵⁾ 호밀 빵의 품질 역시 친수교질 물질(hydrocolloids: carboxy methyl cellulose, guar gum)이나 유화제(diacetyl tartaric ester of monoglycerides) 첨가에 의해 많이 향상되었다고 하였다²⁶⁾. 특히 guar gum은 수용성 식이 섬유로 인슐린 반응 개선과 콜레스테롤 저하효과가 있는 것으로 알려져 있다²⁷⁾.

이에 본 연구에서는 메밀빵이 강력분만을 사용한 것과 유사하도록 제빵 적성을 개선하고자 정 등²²⁾이 이미 확립한 메밀빵의 최적 배합비를 이용하여 적정량의 활성 글루텐과 gum 물질 첨가에 따른 메밀빵의 품질 특성을 비교하고 굽기과정 중의 호화점도 변화를 아밀로그래프를 이용하여 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

밀가루는 신한 제분(주) 강력분 1등급(단백질 12.4%, 회분 0.41%, 수분 11.3%)을 사용하였고, 메밀 분은 메밀의 주산지인 봉평의 농협 가공 공장에서 수율이 80%인 국내산 메밀가루(단백질 10.6%, 회분 2.02%, 수분 10.5%)를 구입하여 냉동 보관하며 실험 시료로 사용하였다.

활성 gluten은 벨기에 Amylum사 제품을 남영상사(주)에서 수입한 것을, guar gum과 xanthan gum은 삼영화성공업(주)에서 구입하여 사용하였다.

2. 메밀빵의 제조

실험에 사용한 복합 분은 강력 밀가루 70%와 메밀

Table 1. Buckwheat bread formula¹⁾ with addition of gluten, guar gum, and xanthan gum

	Ratio (%)	Additive ²⁾					
		Control (g)	GT (g)	GG (g)	XG (g)	GT+GG (g)	GT+XG (g)
Wheat flour	70	140	140	140	140	140	140
Buckwheat flour	30	60	60	60	60	60	60
Instant active dry yeast	1.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Sugar	6	12	12	12	12	12	12
Salt	2	4	4	4	4	4	4
NFDM ³⁾	3	6	6	6	6	6	6
Shortening	4	8	8	8	8	8	8
Gluten	12% of BW	-	7.2	-	-	7.2	7.2
Guar gum	0.2% solution	-	-	0.24	-	0.25	-
Xanthan gum	0.2% solution	-	-	-	0.24	-	0.25
Water	* ⁴⁾	120	123	120	120	123	124

¹⁾Buckwheat 30% + Wheat 70%.

²⁾GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

³⁾Non-fat dry milk.

⁴⁾Variable.

가루 30%를 사용하였으며 밀단백 글루텐의 회석 효과를 보완하기 위하여 상용화된 활성 gluten이나 guar gum 및 xanthan gum을 첨가하였다. 강력분이 함유하고 있는 단백질 함량이 12% 이므로 활성 gluten은 메밀 첨가량의 12%를 첨가하였고, guar gum과 xanthan gum은 적정 수분 함량의 0.2%를 첨가하였다²⁷⁾. 제빵 공정은 직접반죽법(optimized straight-dough method)으로 AACC 10-09²⁸⁾를 적용하였으며, 빵의 배합비는 정 등²²⁾이 보고한 메밀빵의 최적 배합비에 활성 gluten, guar gum 및 xanthan gum의 최적량을 예비실험에서 검토하여 사용하였다(Table 1).

반죽은 최적 상태가 되도록 적정량의 물을 첨가하면서 13분 동안 혼합기(Hobart Model; H-3841, USA)로 반죽하여 온도 30°C, 습도(relative humidity, R.H.) 85%인 발효기(Dae-Yung Machinery Co., Korea)에서 60분간 발효시켰다. 부풀어 오른 반죽을 punch한 후, 둥글려서 반죽 길이 마르지 않도록 하여 실온에서 10분간 휴지 시켰다. 성형하고 pan에 넣어서 원하는 높이에 이를 때까지 2차 발효시킨 다음 오븐(Hobart Model; HEC-404, USA)에 넣고 180°C에서 15분간 구웠다. Pan은 100 g 밀가루로 만드는 pup loaves를 위한 크기²⁸⁾로 주문 제작하여 사용하였다. 제빵 공정을

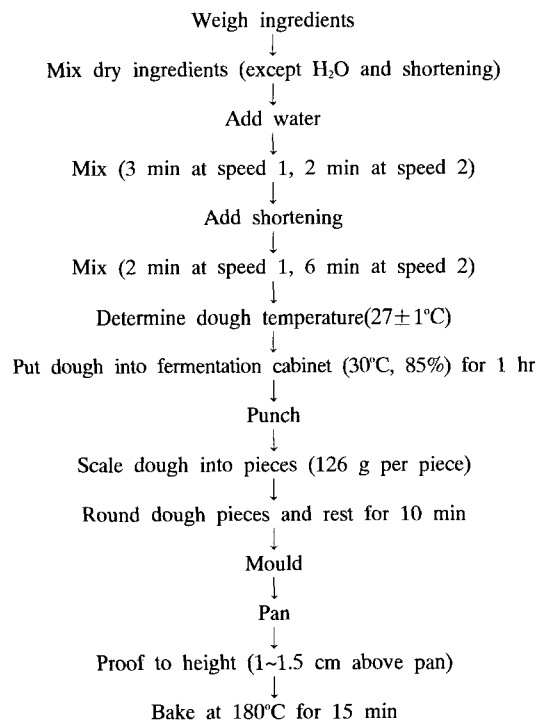


Fig. 1. Flow of a straight dough baking procedure.

요약하면 Fig. 1과 같다.

3. 메밀빵의 특성

빵의 무게와 부피는 오븐에서 구운 빵을 1시간 동안 실온에 방치한후에 측정하였으며, 부피는 종자 치환 법으로 측정하였다. Bread scoring²⁹⁾은 빵을 만든 사람이 빵을 만든 후에 주관적으로 평가하는 것으로 빵 겉질색, 내부색, 결, 조직감의 4가지 항목에 대하여 각각 10점을 만점으로 점수화 하였다. 빵의 최종 수분 함량은 AACC 방법 44-18을 사용하여 측정하였다²⁸⁾.

4. 색도 측정

빵의 겉질색 및 빵 내부색은 Spectrophotometer (Minolta model; CM-3400d, Japan)를 사용하여 L, a, b 색채 값을 측정하였고, 색차 측정에 의해 ΔE 값을 얻었다.

5. 관능검사

관능검사에 경험이 있는 식품영양학과 대학원생과 학부생 14명의 검사 요원들을 선발하여 첨가 물질을 달리 하여 만든 메밀빵의 관능적 특성 평가를 위하여 정량적 묘사 분석(Quantitative Descriptive Analysis: QDA) 방법³⁰⁾을 실시하였고, 검사에 사용된 특성 강도 측정은 15 cm 선척도를 사용하였으며 선의 양쪽에 용어 한계를 붙이고, 특성의 강도는 좌로부터 이동하면서 증가한다. 묘사 분석 검사에 사용된 관능 특성은 겉질색, 내부색, 기포의 균일성, 기포의 크기, 메밀향, 곰팡이 냄새, 쓴맛, 뒷맛, 단단함, 촉촉함, 조직의 갈갈한 정도, 탄력성, 부서짐성, 전반적인 기호도이다³¹⁾.

6. 메밀빵의 호화 점도 변화의 측정

Amylo-viscogram(Brabender model; 802725, Germany)으로 밀가루와 메밀가루 복합분의 호화 점도 변화를 AACC 방법 22-10에 따라 측정하여 오븐에서의 빵의 구조 형성 과정을 예측하고자 하였다²⁸⁾. 호화 개시 온도, 최고 점도 온도 및 최고 점도를 측정하였다. 시료 65 g(수분 13.5% 기준)에 증류수 450 ml 첨가한 후 현탁액으로 하여 사용하였는데 활성 gluten은 3.6%, gum 물질은 0.02% 수용액을 사용하였으며, 측정 개시 온도는 30°C였다.

7. 통계분석

실험에서 얻은 모든 data를 SPSS/PC+ program³²⁾을 이용하여 통계 처리하였다. ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 던컨의 다중 범위 시험법(Duncan's

multiple range test)으로 시료간 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 메밀빵의 제빵 특성

밀단백질은 다른 곡류 단백질과는 달리 점탄성의 빵반죽을 형성하여 발효나 굽기과정에서 생성된 gas의 보유력이 우수하여 가벼운 질감의 이스트 발효빵을 제조할 수 있다⁴⁾. 그러므로 글루텐 함량이 부족하거나 품질면에서 열등한 밀가루의 제빵성을 향상시키기 위하여 상품화된 활성 gluten을 첨가하면 빠른 수분흡수력 및 복원력으로 글루텐 고유의 기능성을 회복하여 빵반죽의 물성이 개선되어 이스트 발효빵의 부피가 향상되며³³⁾ 또한 빵의 결과 조직감이 개선되고 저장기간이 연장된다²⁹⁾.

이러한 글루텐의 기능성은 활성 글루텐 첨가뿐만 아니라 gum 물질의 사용으로 어느 정도 회복 가능한 것으로 보고된 바 있다³⁴⁾. 글루텐이 결여된 호밀분만으로는 밀가루로 만든 이스트빵과 같은 부피나 식감을 얻을 수 없으나 호밀은 밀가루 다음으로 gas 보유능력이 있어 다른 곡류분에 비하여 제빵성이 우수하다. 그것은 호밀에 일종의 gum 물질인 pentosan 분획량이 밀가루(2~3%) 보다 훨씬 높은 7.3~9.9% 함유되어 이 성분이 제빵성에 매우 결정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^{29, 35)}.

그러므로 본 실험에서는 밀가루를 메밀가루로 대체함에 따라 감소된 밀단백의 희석효과를 보완하기 위하여 활성 글루텐, guar gum, xanthan gum을 첨가하여 제빵 특성을 비교하였다. 그 결과는 Table 2에 제시하였다. 배합비에 있어서 활성 글루텐의 첨가로 적정 수분 흡수율이 60.0%에서 61.5%로 증가하였다. 활성 글루텐과 gum 물질의 첨가로 메밀빵의 부피와 무게가 모두 증가하여 메밀과 밀가루 혼합분의 제빵 적성이

개선됨을 알 수 있었다(Fig. 2). 또한 미량의 guar gum이나 xanthan gum만의 첨가로도 메밀빵의 부피는 활성 글루텐을 사용한 빵과 유사하거나 더 우수하게 나타났다. 이는 사용된 gum 물질이 결합제(binding agent)로서 반죽 혼합시 형성된 일부 점탄성의 글루텐 망상 구조 형성을 더욱 촉진시킨 결과로 추정되며 또한 반죽의 점성 증가로 발효시 생성된 CO₂ gas의 손실 지연²¹⁾에 기인한다고 할 수 있다. 이러한 현상을 뒷받침할 수 있는 예로 글루텐이 전혀 포함되지 않은 호밀빵²¹⁾이나 쌀빵³⁴⁾에서 pentosan이나 hydroxymethyl cellulose 사용으로 gas 보유력 및 팽창률이 증가하였다. 활성 글루텐이나 gum 물질을 단독으로 사용했을 때보다는 함께 사용했을 때 그 상승 효과가 현저히 나타났다.

밀가루를 메밀가루로 30% 대체한 빵반죽에 활성 글루텐이나 gum 물질 첨가로 bread score(Table 2)에서 색 차이는 없었으나 결이나 조직감은 개선되었으며, 최종 메밀빵의 수분함량이 증가하였는데(Table 3), 이는 활성 글루텐과 gum 물질의 강한 수분 결합력 때문으로 생각되며²⁷⁾ 이는 높은 pentosan 함량으로 수분 보유력(water retention)의 증가와 저장기간이 연장된

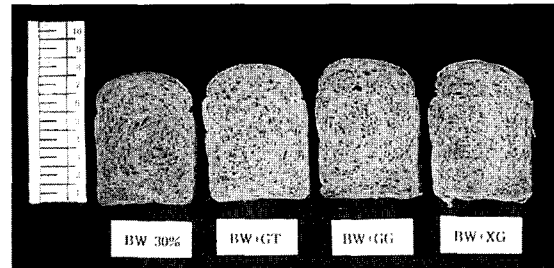


Fig. 2. Cross-sectional view of loaves which 30% buckwheat concentration. BW, buckwheat; GT, gluten; GG, guar gum; XG, xanthan gum.

Table 2. Effect of gluten, guar gum, and xanthan gum on bread baking characteristics

Components ¹⁾	Water absorption ²⁾ (%)	Loaf volume (cm ³)	Loaf weight (g)	Specific volume (cm ³ /g)	Bread score ³⁾				
					Crust color	Grain	Crumb color	Texture	Total
BW 30%	60.0	440 ^a	111.67 ^a	3.94 ^a	7	7	7	7	28
BW 30% + GT	61.5	453 ^b	112.86 ^c	4.01 ^b	7	8	7	8	30
BW 30% + GG	60.0	450 ^b	112.81 ^c	3.99 ^{ab}	7	9	7	8	31
BW 30% + XG	60.0	473 ^c	112.70 ^c	4.19 ^c	7	9	7	9	32
BW 30% + GT + GG	61.5	490 ^d	112.95 ^c	4.34 ^d	7	8	7	9	31
BW 30% + GT + XG	62.0	513 ^e	112.16 ^b	4.57 ^e	7	8	7	10	32

¹⁾BW = buckwheat, GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

²⁾based on the weight of flour.

³⁾10-point scale with 10 = excellent, 6 = fair (but acceptable), 5 = fair (but not acceptable), 1 = poor.

^{a-e)}Means of six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

Table 3. Total moisture contents of buckwheat breads

Breads ¹⁾	BW	BW + GT	BW + GG	BW + XG	BW + GT + GG	BW + GT + XG
Moisture content ²⁾	32.43±0.18 ^a	32.99±0.16 ^b	33.12±0.26 ^b	33.42±0.25 ^c	33.50±0.77 ^c	33.81±1.00 ^d

¹⁾BW = buckwheat, GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

²⁾% on the dry basis.

^{a-d)}Means of five replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different ($p < 0.05$).

호밀빵에서도 같이 나타났다³⁵⁾.

2. 색도 평가

Spectrophotometer로 색도를 측정된 결과 메밀가루의 대체로 빵 껍질색(crust color)과 빵 내부색(crumb color)에서 모두 L값이 감소하면서 어두워지는 경향을 나타내었다(Table 4, 5).

활성 글루텐 첨가는 빵 껍질색에 별다른 영향을 미치지 않았으나, guar gum의 첨가로 L, a값이 유의적으로 증가하여 밝은 색을 띠었고 xanthan gum을 첨가하

였을 경우에는 L, b값이 감소하여 어두운 색을 띠며 유의적인 차이를 나타내었다(Table 4). 빵 내부색에 있어서 L, b값은 활성 글루텐과 xanthan gum 첨가시 유의적으로 감소하여 어두워졌으나 a값은 유의적인 차이가 없었다(Table 5).

3. 관능검사 평가

메밀가루를 30% 대체한 메밀빵과 활성 글루텐, gum 물질을 첨가하여 만든 메밀빵의 관능검사 QDA 결과(Table 6) 빵 껍질색, 뒷맛, 부서짐성에서만 유의적인 차이를 나타내었고 나머지 항목에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 빵 껍질색이 가장 진하다고 대답한 것은 첨가물을 넣지 않은 메밀빵이었으며 그 다음은 guar gum을 첨가한 메밀빵, 활성 글루텐을 넣은 메밀빵, xanthan gum을 넣은 메밀빵 순이었는데 이것은 기계적 측정치와 일치하지는 않았다. 기공의 크기는 guar gum 첨가시 가장 컸고, xanthan gum을 넣었을 때 가장 작았다. 향미에 있어서 모든 항목의 강

Table 4. Crust color of buckwheat breads

Components ¹⁾	Hunter color values ²⁾			
	L	a	b	ΔE
Wheat 100% (control)	40.23 ^d	14.50 ^c	18.11 ^d	0.00 ^a
BW 30%	30.48 ^b	10.03 ^a	11.27 ^c	12.72 ^{bc}
BW 30% + GT	30.71 ^{bc}	10.04 ^a	11.07 ^{bc}	12.65 ^{bc}
BW 30% + GG	30.86 ^c	10.33 ^b	11.38 ^c	12.27 ^b
BW 30% + XG	29.69 ^a	9.81 ^a	10.46 ^a	13.84 ^d
BW 30% + GT + GG	30.44 ^b	9.92 ^a	10.81 ^b	13.04 ^c
BW 30% + GT + XG	30.41 ^b	9.96 ^a	10.79 ^b	13.06 ^c

¹⁾BW = buckwheat, GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

²⁾L: 100 = white, 0 = black; a: + = red, - = green; b: + = yellow, - = blue; $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

^{a-d)}Means of seven replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Crumb color of buckwheat breads

Components ¹⁾	Hunter color values ²⁾			
	L	a	b	ΔE
Wheat 100% (control)	76.20 ^d	-0.09 ^a	15.90 ^d	0.00 ^a
BW 30%	43.79 ^c	4.32 ^b	11.48 ^{bc}	32.97 ^b
BW 30% + GT	43.10 ^b	4.28 ^b	11.07 ^a	37.25 ^d
BW 30% + GG	44.40 ^c	4.56 ^b	11.71 ^c	35.95 ^c
BW 30% + XG	41.99 ^a	4.56 ^b	11.12 ^a	38.38 ^c
BW 30% + GT + GG	44.42 ^c	4.45 ^b	11.52 ^{bc}	35.93 ^c
BW 30% + GT + XG	43.94 ^c	4.31 ^b	11.28 ^{ab}	36.40 ^c

¹⁾BW = buckwheat, GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

²⁾L: 100 = white, 0 = black; a: + = red, - = green; b: + = yellow, - = blue; $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

^{a-d)}Means of seven replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Quantitative descriptive analysis (QDA) data for sensory attributes of buckwheat breads adding gluten and gums

Attributes	BW ¹⁾	Additive ²⁾			
	30% (control)	GT	GG	XG	
Appearance	Crust color	13.86 ^b	12.45 ^a	13.03 ^{ab}	12.39 ^a
	Crumb color	13.41	12.32	12.75	12.00
	Cell size	8.43	8.79	9.43	8.15
	Cell uniformity	7.11	6.97	9.56	7.86
Flavor	BW flavor	11.91	10.36	10.46	10.07
	Mustiness	9.86	8.59	9.06	8.48
	Bitter	9.56	8.04	7.96	7.19
	Aftertaste	10.97 ^b	9.15 ^{ab}	9.22 ^{ab}	8.36 ^a
Texture	Firmness	6.61	7.56	7.89	8.08
	Grittiness	8.74	6.88	8.39	7.30
	Crumbly	9.64 ^b	7.09 ^a	6.26 ^a	6.52 ^a
	Moistness	7.85	7.79	7.64	8.54
	Springiness	9.76	9.96	8.49	9.24
Overall acceptability	6.39	7.93	7.67	7.49	

¹⁾Buckwheat.

²⁾GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

^{a-d)}Means of fourteen panel scores in which the same superscripts in each row are not significantly different ($p < 0.05$).

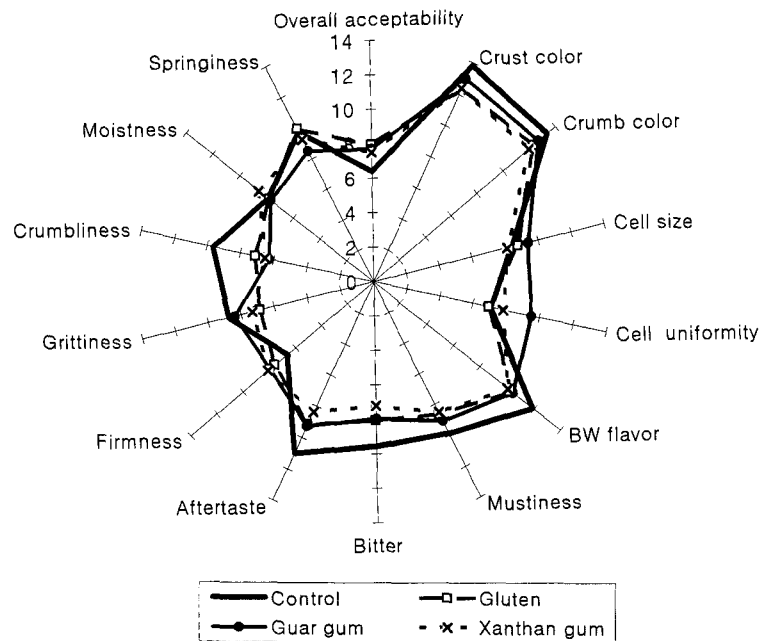


Fig. 3. Effects of the addition of gluten, guar gum, and xanthan gum on the QDA profile of breads with 30% of buckwheat flour concentration.

도는 첨가물의 사용으로 감소하는 경향을 나타내어 메밀빵에 있어서는 바람직한 결과가 나타났다. 조직감에서는 첨가물을 넣지 않은 메밀빵이 가장 깔깔하고 잘 부서졌는데 첨가물의 사용으로 부드러워지면서 부서짐성이 유의적으로 감소하였다. Xanthan gum 첨가시 빵이 가장 촉촉했고, 활성 글루텐을 첨가했을 때 가장 탄력성이 좋았다. 전반적인 기호도에 있어서 유의적인 차이는 없었으나 활성 글루텐을 첨가한 메밀빵>guar gum을 첨가한 메밀빵>xanthan gum을 첨가한 메밀빵>첨가물을 넣지 않은 메밀빵 순이었다(Fig. 3).

4. 메밀빵의 호화 점도 변화의 평가

빵에 있어서 전분의 중요 역할은 다른 식품체계에 서와 마찬가지로 수분흡수에 의해서 굳게하는 구조형성이다³⁶⁾. 일반적으로 이스트 발효빵은 밀가루로 만들어지는 것이므로 밀전분 이외의 다른 호화 특성을 갖는 전분으로는 만족스러운 결과를 나타내지 못할 것이라는 것은 당연하다. 물론 전분이 빵반죽 물성에 역행하는 영향을 미쳐서도 안된다. 빵제조에 밀전분 이외의 여러 전분들을 이용한 연구에서³⁷⁾ 밀전분의 입자 크기와 모양이 유사한 호밀이나 보리 전분만이 만족스런 결과를 나타내었으며 찰전분(waxy starch)만을 함유한 빵은 오븐에서 꺼내어 냉각시 주저 앉는 현상이 나타나 빵의 내부 구조를 굳게함에 있어서 아밀로

즈와 아밀로펙틴의 적절한 비율이 빵의 구조 형성에 중요함을 암시하였다. 전분의 호화는 굽는 동안 빵 내부의 기공 벽에서 일어나며, 전분 입자의 팽윤 (swelling)은 온도와 물의 양에 의해 조절된다³⁸⁾. 호화 과정 중에 온도 상승으로 기포(gas cell)가 팽창됨에 따라 기포막 표면에 나란히 놓여진 전분 입자는 호화가 되면서 부드럽고 유연하게 되어 기포막의 신장성이 증가하게 된다. 이때 전체 빵원료의 75%에 불과한 반죽 내의 제한된 수분양으로는 전분입자가 붕괴되지 않고 모양을 유지하여 각각 연속상(continuous phase)인 단백질막 위에 놓이게 되어 전분입자 가까이 있는 단백질로부터 수분을 제거하면서 기포내 압력상승으로 막이 터져도 꺼지지 않는 semirigid film을 형성하게 된다. 밀전분을 다른 전분으로 대체시에는 전분 입자 표면 성질의 상이성으로 글루텐과의 결합력이 변하게 되므로 발효과정 동안에 유지되었던 기포의 구조가 굽는 과정에서 손실되는 현상은 굽는 과정 중에 전분의 역할이 중요함을 나타내는 것이다³⁹⁾.

굽기과정 중 빵내부 구조의 안정성을 예측하기 위하여 밀가루와 복합분의 호화 특성을 amylograph를 사용하여 조사한 결과 호화 개시 온도(gelatinization temperature), 최고 점도 온도(temperature at maximum viscosity), 최고 점도(maximum viscosity)는 Table 7과 같다.

Table 7. Amylogram characteristics of composite flours

Components ¹⁾	G. T. ²⁾ (°C)	M. T. ³⁾ (°C)	M. V. ⁴⁾ (B.U)
Wheat 100%	57.0	89.6	779
BW 30%	56.5	91.0	1346
BW 30% + GT	57.0	90.0	955
BW 30% + GG	56.1	90.8	1123
BW 30% + XG	61.5	91.0	1323
BW 30% + GT + GG	59.5	90.0	986
BW 30% + GT + XG	60.6	90.3	950

¹⁾BW = buckwheat, GT = gluten, GG = guar gum, XG = xanthan gum.

²⁾Gelatinization temperature (°C).

³⁾Temperature at maximum viscosity(°C).

⁴⁾Maximum viscosity (B.U.)

밀가루와 메밀가루의 최고 점도는 각각 779B.U., 1346B.U.로 밀가루보다는 메밀가루의 점도가 현저히 높았는데, 이는 Lorenz나 Anker의 실험 결과와 유사하였다^{40,41}. 활성 글루텐 사용으로 대조구(779B.U.)와 유사한 점도인 900B.U. 부근으로 감소되면서 메밀빵의 제빵 적성이 개선됨을 알 수 있었다. 동일한 전분 농도에 활성 글루텐을 첨가하면 호화 점도를 증가시키지만, 전분을 활성 글루텐으로 대체하였을 경우에는 오히려 호화 점도를 감소시킨다⁴². 본 연구에서도 시료의 총량을 일정하게 하여 활성 글루텐을 대체한 점도를 측정하였기 때문에 호화 점도가 감소하였다. 밀 전분에 gum 물질 첨가시 호화 점도가 증가하며^{43,44} xanthan gum이 guar gum보다 점도 증가 효과가 크다고 보고되었다. Xanthan gum이 guar gum보다 효과가 큰 이유는 가지가 많은 xanthan gum 구조 때문이며 이러한 구조를 가진 xanthan gum과 다른 식품 성분간의 상호 작용으로 일어나는 반응으로 알려져 있다⁴⁶. 그러나 본 실험에서 사용한 gum 물질 농도는 너무 낮아서 호화에는 별 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다.

호화 개시 온도는 밀가루인 경우에는 57.0°C이었고, 복합분의 경우에는 56.5°C로 밀가루보다 조금 낮았다. 또한 예비실험에서 외피 함량이 적고 입자가 작은 메밀가루는 일찍 호화가 시작되고 외피 함량이 많고 입자가 큰 메밀가루는 호화가 늦게 개시되는 경향을 보여주었다. 이는 보리가루의 경우⁴⁷ 입자가 미세하여짐에 따라 전분의 팽윤이 쉽게 일어나서 호화 개시 온도가 낮아지게 된다는 결과와 일치하였다. 복합분에 활성 글루텐과 xanthan gum을 첨가함에 따라 호화 개시 온도는 높아지는 경향을 보였다. 이는 글루텐을 함유한 밀가루의 호화 온도 범위가 전분에 비해 높은 온도로 상향 이동되는 것과 동일한 결과였다⁴⁸. 그러므로 호화를 지연시키는 첨가물로 제빵 적성이 개선되는

경향이 나타났는데 이는 gum 물질이나 활성 글루텐의 첨가로 인하여 메밀전분 입자는 수분에 대한 경쟁성의 증가로 수분결핍이 가중되면서 호화가 덜 일어나게 되고 붕괴되지 않은 다수의 전분 입자의 출현으로 반죽 기포막의 유연성과 신장성이 증가되며 또한 더욱 단단한 막의 형성으로 부피가 개선되는 효과가 나타난 것으로 생각된다. Amylograph상에서 100% 강력분의 호화 점도쪽으로 낮아질수록 관능검사서 메밀빵은 부드럽고 촉촉하게 나타났으며 부서지는 정도도 감소함을 알 수 있었다.

IV. 요약

메밀분 30%와 강력분 70%의 복합분으로 강력분만을 사용한 이스트 발효빵과 유사하도록 메밀빵을 만들기 위하여 활성 글루텐과 gum 물질을 첨가하였으며 복합분의 제빵 적성에 미치는 그들의 효과를 알아보기 위하여 첨가물별 메밀빵의 물리적, 관능적 검사를 통하여 메밀빵의 품질 특성을 비교하였다.

메밀에 결합된 글루텐의 기능성을 보완하기 위하여 활성 글루텐과 gum 물질을 첨가한 결과 메밀빵의 부피와 무게가 모두 증가하였으며 그 효과는 xanthan gum>활성 글루텐>guar gum 순이었고, 단독 사용시보다는 활성 글루텐과 gum 물질을 같이 사용하였을 때 효과가 더욱 증대되어 대조구 밀빵과 유사한 부피를 나타내었다.

빵 껍질색은 guar gum의 첨가로 L, a값이 증가하여 밝아졌고 xanthan gum을 첨가한 경우에는 L, b값이 감소하여 상대적으로 어두운 색을 나타내었다. 빵 내부색은 활성 글루텐과 xanthan gum 첨가로 L, b값이 감소하여 어두워졌다.

관능검사 QDA 결과 메밀빵에 활성 글루텐이나 gum 물질을 첨가함으로써 빵 속의 부서짐성이 유의적으로 감소되었고 그 밖의 탄력성, 촉촉함, 짙짙함 등의 조직감이 개선되었다.

Amylograph에서 호화는 밀가루보다 메밀가루가 낮은 온도에서 일찍 시작되었고 최고 점도는 밀가루보다 메밀가루가 현저히 높았다. 메밀가루 30%와 강력분 70%의 복합분에 활성 글루텐과 gum 물질을 같이 첨가함으로써 호화 점도가 감소되고 제빵 적성이 개선되었다. 또한 100% 강력분의 호화 점도쪽으로 낮아질수록 관능검사서 메밀빵은 부드럽고 촉촉하게 나타났으며 부서지는 정도도 감소하였다. 이러한 관점에서 첨가물에 따른 메밀빵의 저장기간 중 노화변화에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 사려된다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 한국학술진흥재단 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김성곤: 우리나라의 밀가루 이용 실태조사. 단국대학교, 식량개발연구소 (1988).
2. 박상봉: 건강빵류의 품질개선. 월간 제과제빵, 8: 34 (1990).
3. Eliasson, A.C. and Larsson, K.: Baking behavior of whole wheat flour and non-wheat cereals. Bread-making, New York, 346 (1993).
4. Mac Ritchie, F.: Baking quality of wheat flours. *Adv. Food Res.*, 3: 201 (1984).
5. 김영순, 정수현, 서경주, 정승태, 조정순: 한국산 개량 메밀의 성장시기에 따른 Rutin과 무기물의 함량. *한국식품과학회지*, 26(6): 759 (1991).
6. 최병환: 메밀의 특수성분들. *농촌생활과학*, 13: 53 (1992).
7. Kayashita, J., Shimaoka, I. and Nakajyo, M.: Hypocholesterolemic effect of buckwheat protein extract in rats fed cholesterol enriched diets. *Nutrition Research*, 15(5): 691 (1995).
8. 맹영선, 박혜경, 권태봉: 메밀 및 메밀식품에서의 루틴함량의 분석. *한국식품과학회지*, 22(7): 732 (1990).
9. 김복남, 박혜경, 권태봉, 맹영선: 메밀국수의 루틴함량. *한국조리과학회지*, 7(1): 61 (1991).
10. 한찬규, 이복희, 성기승, 이남형, 윤철석: 메밀, 감자, 들깨를 이용한 항고혈압 기능성 식이가 정상혈압쥐 및 본태성고혈압쥐에서 혈압 및 혈장지질에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 29(10): 1087 (1996).
11. 이정선, 이명현, 손홍수, 맹영선: 메밀급여가 Streptozotocin 유발 당뇨병쥐의 체장 소화효소 활성에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 25(5): 831 (1996).
12. Ikeda, K., Arioka, K., Fujii, S., Kusano, T. and Oku, M.: Effect on buckwheat protein quality of seed germination and changes in trypsin inhibitor content. *Cereal Chem.*, 61(3): 236 (1984).
13. Ikeda, K.: Buckwheat: Utilization and recent progress in research. *Pacific Rim News*, April, 4 (1997).
14. Mazza, G.: Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed. *Cereal Chem.*, 65(2): 122 (1988).
15. Mazza, G.: Buckwheat browning and color assessment. *Cereal Chem.*, 63(4): 361 (1986).
16. Asano, K., Morita, M. and Fugimaki, M.: Studies on the non-starch polysaccharides of the endosperm of buckwheat. Part II. The main polysaccharide of the water soluble fraction. *Agr. Biol. Chem.*, 34(10): 1522 (1970).

17. Morita, N., Nakata, K., Nishiura, Y. and Hamauzu, Z.: Effect of water-soluble glucosyl rutin on physical properties of wheat flour dough and breadmaking. *Oyo Toshitsu Kagaku*, 42(4): 407 (1995).
18. Morita, N., Nakata, K., Hamauzu, Z. and Toyosawa, I.: Effect of α -glucosyl rutin as improvers for wheat dough and breadmaking. *Cereal Chem.*, 73(1): 99 (1996).
19. 이상영, 심호흠, 함승시, 이해익, 최용순, 오상룡: 메밀의 영양성분과 냉동 건조 막국수의 이화학적 성질. *한국영양학회지*, 20(4): 354 (1991).
20. 김용순, 김형수: 메밀가루와 밀가루 복합분의 전면 제조시험. *한국영양학회지*, 16(3): 146 (1983).
21. He, H. and Hosene, R.C.: Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chem.*, 68(4): 334 (1991).
22. 정지영, 김창순, 김혁일: 밀과 메밀의 혼합비율에 따른 제빵특성. *창원대학교 생활과학연구소, 창간호*, 113 (1997).
23. Kulp, K., Hepburn, N. and Lehmann, T.A.: Preparation of bread without gluten. *Bakers Digest*, 43(3): 34 (1974).
24. Eliasson, A.C., Jernold, E. and Larsson, K.: Development of a gluten-free bread (in Swedish). *Livsmiddels-teknik*, 27: 150 (1985).
25. Nishita, K.D., Roberts, R.L. and Bean, M.M.: Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem.*, 53: 26 (1976).
26. Mettler, E. and Seibel, W.: Optimizing of bread recipes containing mono-diglyceride, guar gum, and carboxymethylcellulose using a maturograph and an overrise recorder. *Cereal Chem.*, 72(1): 109 (1995).
27. Anderson, D.M.W. and Andon, S.A.: Water-soluble food gums and their role in product development. *Cereal Foods World*, 33(10): 844 (1988).
28. AACC: Official methods of the AACC. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N. (1983).
29. Pyler, E.J.: Variety breads. Chapter 19 in *Baking Science and Technol.*, 3rd ed., vol II, p. 785, Pub. by Sosland Pub. Co. Merriam, KS (1988).
30. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘: 관능검사 방법 및 응용. *신광출판사*, 서울(1993).
31. Rayas-Duarte, P., Mock, C.M. and Satterlee, L.D.: Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours. *Cereal Chem.*, 73(3): 381 (1996).
32. 김범중: SPSS/PC* 사용법과 통계분석기법 해설. *학현사*, 서울 (1996).
33. Karnel, B.S. and Stauffer, C.E.: *Advances in baking technology*. Chapman & Hall, London, UK, p. 64 (1993).
34. 강미영, 최영희, 최해춘: Gum질, 지방질 및 활성 Gluten 첨가에 따른 쌀빵 특성 비교. *한국식품과학회지*,

- 29(4): 700 (1997).
35. Weipt, D.: Processing performance of rye as compared to wheat. *Cereal Foods World*, **42**(8): 706 (1997).
 36. Hosney, R.C., Lineback, D.R. and Seib, P.A.: Role of starch in baked foods. *Bakers Digest*, **52**(4): 11 (1978).
 37. Hosney, R.C., Finney, K.F., Pomeranz, V. and Shogren, M.D.: Functional(breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. VII. Starch. *Cereal Chem*, **48**: 191 (1971).
 38. Osman, E.M.: Interaction of starch with other components of food systems. *Food Technology*, **29**: 30 (1975).
 39. Sandsted, R.M.: The function of starch in the baking of bread. *Bakers Digest*, **35**(3): 36 (1961).
 40. 김성곤, 한태룡, 권태완, 비엘 다포르니아: 메밀 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **9**(2): 138 (1977).
 41. Lorenz, K. and Dilsaver, W.: Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch-physico-chemical properties and functional characteristics. *starch/stärke*, **34**: 217 (1982).
 42. Anker, C.A. and Geddes, W.F.: Gelatinization studies upon wheat and other starches with the amylograph. *Cereal Chem.*, **21**: 335 (1944).
 43. Bahnassey, Y.A. and Breene, W.M.: Rapid visco-analyzer (RVA) pasting profiles of wheat, corn, waxy corn, tapioca and amaranth starches (*A. hypochondriacus* and *A. cruentus*) in the presence of konjac flour, gellan, guar, xanthan and locust bean gums. *starch/stärke*, **46**: 134 (1994).
 44. Christianson, D.D., Hodge, J.E., Osborne, D. and Detroy, R.W.: Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum, and cellulose gum. *Cereal Chem.*, **58**(6): 513 (1981).
 45. Sajjan, S.U. and Rao, M.R.: Effect of hydrocolloids on the rheological properties of wheat starch. *Carbohydrate Polymers*, **7**: 395 (1987).
 46. Sanerson, G.R.: The interactions of xanthan gum in food systems. *Prog. Fd. Nutr. Sci.*, **6**: 77 (1982).
 47. 조미경, 이원중: 보리가루를 이용한 고식이점유 빵의 제조. *한국식품과학회지*, **28**(4): 702 (1996).
 48. Ann, C.E. and Kare, L.: Bread. Cereals in Bread-making, Marcel Dekker, Inc., p. 333 (1993).
-
- (1998년 4월 28일 접수)