

쌀가루와 기타穀粉을 이용한 식빵 및 러스크의
製造 方法과 物性에 관한 研究(I)
- 혼합곡분반죽의 물성에 관하여 -

권혁련 · 안명수
성신여자대학교 식품영양학과

A Study on Rheological and General Baking Properties of
Breads and Their Rusks Prepared of Various Cereal Flours (I)

Hyeuk Ryeun, Kwon and Myung Soo, Ahn
Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

The rheological properties of doughs blended with cereal flours were investigated in the study. The doughs were prepared of wheat flours mixed with 10%, 20%, 30% and 40% ratio of rice flour, waxy-rice flour, brown-rice flour and soybean flour. Amylogram, farinogram, extensogram and SEM were used to measure their special properties with graphs and photos. The results were obtained as follows;

1. Wheat dough formation after fermentation, showed "stringing" structure of small starch granules on the SEM photo. But the large starch granules contributed little to the structure formation in rice flours dough, and played relatively a little role in the structure formation of blended doughs of waxy-rice, brown-rice and soybean flours.

2. The absorption of flour composed rice and brown-rice, was lower than that of the control by Farinograph. It was decreased the farinograph absorption with the increase of replacement ratio of cereal flours. Dough development time of cereal blended flours decreased, but that time of waxy-rice and brown-rice were very similar. Farinograph stability of rice, waxy-rice, brown-rice and soybean blended flours, had shorter than that of wheat-flour.

3. The results showed that cereal blended flours decreased the resistance to extension (elasticity) without affecting the extensibility in fermented dough by Extensograph.

4. The gelatinization temperature of wheat, rice, waxy-rice, and brown-rice were 55.0°C, 64.0°C, 58.0°C and 61.0°C. But that of all cereal blended flours showed 58.0°C except 20% or 30% soybean blended flours. According to the amylogram, each maximum viscosity of rice flour and wheat flour was 1760 B.U., 760 B.U.. Soybean composite flours had significantly lower amylograph peak viscosity (300 B.U.) than that of the other composite flours (450 B.U.-1100 B.U.).

I. 서 론

인간은 최초에 곡물을 이용한 음식을 만들때 입상보다 분상으로하여 만들었으며, 특히 서양에서는 밀가루 반죽을 이용한 식빵이나 케이크를 현재와 같은 빵 제조의 원리로 일찍부터 사용하였다. 따라서 밀을 주식으로하는 식생활을 영위해온 서양의 밀 문화권에서는 빵 제조 기술의 발달은 물론 밀가루 제품의 여러 가지 물리적, 화학적 특성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있었다.

Nishita들¹⁾은 밀가루 알러지 환자들을 위해 쌀가루

빵 개발로 밀가루 대신 쌀가루를 대체하여 식빵 제조시 적합한 yeast-leavened rice bread formula를 발표하였다. 이들은 100% 쌀가루 빵에서 Hydroxy Propyl Methylcellulose만이 개스를 보유할 수 있음을 보고하였다. 특히 쌀전분을 이용한 쌀빵을 제조할때 고려되어야만 되는 물리 화학적인 요인으로써 아밀로오스와 아밀로펙틴 비율, 호화 온도 및 반죽 특성을 보고했다.

그후 Ylimaki²⁾들은 Gluten-free rice flour yeast breads 개발로 글루텐을 대신한 검물질과 물의 결합력을 추적하여 쌀가루 80%와 감자 전분 20%로 쌀빵을

제조하였다. 특히 쌀빵은 최적 수분 함량, 낮은 아밀로즈 함량(< 22.1%) 및 낮은 호화 온도(< 64.5°C)에서 제빵성이 가장 우수했다고 보고하였다. Juliano³⁾들은 전분의 호화 특성과 빵의 내부 성질과의 관계에 대한 보고에서 호화 개시 온도 및 최고 점도가 낮은 쌀가루는 빵의 내부 상태는 좋으나 부피 및 색상등이 양호하지 못하다고 하였다. Nishita⁴⁾들은 쌀빵이 쌀 품종에 관계 없이 모양은 서로 비슷하나 저 아밀로즈, 낮은 호화 온도, 낮은 아밀로 그래프 점도를 가진 품종들의 내부 상태가 훨씬 좋았다고 하였다.

이에 본 논문에서는 식빵의 주원료인 밀가루를 멥쌀가루, 찰쌀가루, 현미가루 및 생콩가루 10-40%까지 대체하여 제조하고, 빵으로써 최대 쌀가루 첨가량이 가능한 대체 비율을 알아보며, 최대 적정 비율로 첨가된 쌀가루의 일부를 다른 가루로 대체한 혼합분을 이용할 경우에서도 제빵의 가능성을 검토하고자 한다. 따라서 혼합 곡분 반죽들의 Farinogram, Extensogram 및 Amylogram 특성을 조사하였으며, SEM에 의한 이들 반죽의 구조도 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료 및 시료제조

(1) 실험재료

재료는 밀가루(대한 제분 제품-코끼리, 강력분 1등급, 단백질 13.0%, 회분 0.42%), 멥쌀가루(개미 산업,

1991년 정부미를 Hammer mill로 전식 제분), 찰쌀가루(개미 산업), 현미가루(시판 현미, Test mill 제분), 생콩가루(강원 농수산), 설탕(대한 제당, 미세당), 마아가린(그로리 에이스), 탈지 분유(서울 탈지 분유, 유고형분 95% 이상, 수분 5% 이하), 포도당(미원 식품 주식 회사), 이스트(오투기, 생 이스트), 소금(정제염, 한주 주식 회사)이었다.

(2) 시료 제조

각종 시료 반죽을 제조하는데 필요한 재료의 배합비는 수차례의 예비 실험 결과에 의해 Table 1과 같이 하였으며, 1회 제빵에 사용된 재료 가루의 총량은 1500 g이 되게 하였고, 3단으로 되어있는 믹서기(마이티 30, Hitachi)를 사용하였다. 먼저 1단에서 가루만을 1분간 혼합한 후 물을 첨가하여 1단에서 2분간을, 2단에서 다시 2분간 계속 반죽한 뒤 마아가린을 넣고 6분간 반죽하였다.

2. 실험방법

(1) Farinograph에 의한 반죽 특성

밀가루 및 혼합분의 반죽 형성 능력과 형성된 반죽의 물리적 성질은 AACCI(54-21, Brabender)방법⁵⁾에 따라 Farinogram을 이용하여 흡수율(커브의 중심 선이 500 B.U.선에 도달 했을 때의 물의 양, %), 반죽 시간(그래프가 정점에 도달 할때까지의 시간, 분), 안정도(그래프의 중심선이 500 B.U.선을 처음 지나는 지점에서부터 그 중심선이 500 B.U.선을 벗어나는 지점까지

Table 1. The formation of wheat, rice and blended cereal flour bread

(%)

Sample Name	Wheat flour	Rice flour	WaxyRice flour	BrowRice flour	Soybean flour	Sugar	Mar-garine	Defatted milkflour	Glucose	Salt	Yeast	Water
CW	100					5	7	2	2	1.9	3	60
WR-1	90	10				5	7	2	2	1.9	3	60
2	80	20				5	7	2	2	1.9	3	62
3	70	30				5	7	2	2	1.9	3	62.6
4	60	40				5	7	2	2	1.9	3	63.3
WRX-1	60	30	10			5	7	2	2	1.9	3	63.3
2	60	20	20			5	7	2	2	1.9	3	63.3
3	60	10	30			5	7	2	2	1.9	3	64.6
4	60	0	40			5	7	2	2	1.9	3	64.6
WRB-1	60	30		10		5	7	2	2	1.9	3	63.3
2	60	20		20		5	7	2	2	1.9	3	62
3	60	10		30		5	7	2	2	1.9	3	60.6
4	60	0		40		5	7	2	2	1.9	3	62
WRS-1	60	30			10	5	7	2	2	1.9	3	59.3
2	60	20			20	5	7	2	2	1.9	3	59.3
3	60	10			30	5	7	2	2	1.9	3	56
4	60	0			40	5	7	2	2	1.9	3	55

(CW: Control, Wheat flour, WR: Wheat and Rice flour, WRX: Wheat, Rice and Waxy-rice flour, WRB: Wheat, Rice and Brown-rice flour, WRS: Wheat, Rice and Soybean flour).

의 시간, 분), 약화도(그래프가 떨어지기 시작하는 점부터 12분 지점의 커브 중심이 500 B.U.선에서 떨어진 정도, B.U.) 및 탄력도(그래프가 정점에 도달했을 때의 세로 폭, B.U.)와 Valorimeter를 사용하여 전체강력도(반죽 시간 동안의 안정도를 종합 평가한 값)를 조사하였다.

(2) Extensograph에 의한 발효 특성

밀가루 및 혼합 곡분 반죽의 발효 특성은 AACC (54-10, Brabender)법⁵⁾에 따라 Extensogram을 이용하여 측정하였다. 반죽을 끊어질때까지 늘릴때 들어간 힘과 늘어난 신장과의 관계를 나타내는 곡선을 얻었으며, Farinograph에서 얻을 수 없는 반죽 숙성시의 작용을 측정하였다.

(3) Amylograph에 의한 호화 특성

혼합분 반죽의 호화 양상은 Brabender/Visco/Amylograph를 사용하여 Medcalf와 Gilles 방법⁶⁾에 따라 호화 개시 온도(그래프가 일직선을 유지하다가 커브를 시작하는 지점의 온도, °C), 최고 점도 온도(그래프의 높이가 가장 높을때의 온도, °C) 및 최고 점도(그래프의 높이가 최고 일때의 수치, B.U.)를 조사하였다.

(4) 반죽의 구조적 특성

1차 발효된 반죽(10% 멥쌀가루가 혼합된 반죽)들을 채취하여 -20°C에서 48시간동안 냉동하였다. 그 후 반죽을 상온에서 3시간 방치하여 해동 하고, 이를 슬라이드 그라스에 접착하여 상온 건조한 후 Gold Ion Coater로 코팅시켜 시료를 만들었다. 시료는 20 KV의 가속전압에서 10000배로 확대하여 SEM으로 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Farinograph에 의한 반죽 특성

Farinograph에 의한 밀가루 및 혼합분 반죽의 물리적 특성을 측정한 값은 Table 2와 같다. 반죽이 일정한 굳기에 도달하는데 필요한 수분 흡수율은 밀가루에 비해 멥쌀가루의 치환량이 증가 할수록 흡수율이 감소하였다.⁷⁾

제빵시 밀가루의 수분 흡수율은 일반적으로 Farinograph에 의하여 결정되고, 수분 흡수율에 영향을 주는 요소는 단백질 함량(글루텐)과 전분 특히 손상된 전분의 함량에 의한다⁸⁾. 단백질의 양이 증가하면 흡수율은 증가하는 경향이 있고⁹⁾, 전분의 손상도가 클수록 빵의 부피와 질은 저하된다⁹⁾고 보고된 바 있다. 이상의 결과를 볼때 멥쌀가루와 현미가루가 첨가된 혼합분이 밀가루 100%보다 다소 낮은 흡수율을 보인것은 글루텐 함량의 차이에 기인한다고 보여진다. 반죽 시간(dough development or mixing time)은 밀가루가 6.0분으로 일반 제빵용 강력분(글루텐 함량 12%)과 차이는 없었다⁶⁾. 그러나 멥쌀가루 함량이 증가할수록 반죽 시간은 큰 차이로 짧아졌으며, 그 외 콩가루 첨가의 다른 혼합분들은 모두가 반죽 시간이 2.0분 미만으로 감소되었다. 반죽 중에 형성된 글루텐은 CO₂ 개스를 포집할 수 있게 되며 이 과정중 기타 재료의 혼합도 균일하게 일어난다¹⁰⁻¹²⁾. 이는 반죽의 안정성이 클수록 그만큼 반죽 시간이 길어지므로 혼합이 충분하고 글루텐이 잘 형성되어 빵의 부피가 좋아 지는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾.

Table 2. Physicochemical properties for dough of wheat and cereal blend flour doughs by Farinograph

kinds of Dough	Water absorption (%)	Development time (Min)	Stability (Min)	Weakness (B.U.)	Elasticity (B.U.)	Valorimeter valuc
CW	63.2	6.0	20	40	140	72
WR-1	62.7	6.0	18.2	50	140	71
2	61.7	4.0	14.0	55	140	63
3	61.8	2.5	11.5	70	130	54
4	61.6	1.7	9.0	75	120	49
WRX-1	63.1	2.0	7.3	105	120	45
2	64.2	2.5	6.0	130	120	48
3	65.7	2.0	4.2	150	100	40
4	66.6	1.7	3.5	160	100	38
WRB-1	61.3	2.0	9.7	70	120	52
2	61.0	2.0	8.7	75	120	51
3	60.3	2.0	10.6	70	130	54
4	60.4	2.0	9.8	75	130	53
WRS-1	63.1	2.0	8.0	95	100	49
2	67.0	5.0	4.8	120	80	59
3	67.3	7.0	4.3	140	70	69
4	67.9	7.5	4.9	130	70	69

일반적으로 반죽에 대하여 저항성이 큰 밀가루, 즉 안정도가 좋은 밀가루는 낮은 약화도를 갖고, 약화도가 클수록 힘이 적은 밀가루인것으로 알려져있다⁶⁾. 혼합분 반죽 중 약화도가 가장 높은 것은 밀가루 60%, 찹쌀가루 40% 혼합분의 반죽이었으며, 가장 낮은 반죽은 밀가루 90%에 멥쌀가루 10%로 밀가루 반죽보다 다소 안정도가 떨어짐을 알 수 있었다. 따라서 본 실험의 곡분들중에서 멥쌀가루와 현미가루 혼합분 반죽이 찹쌀가루나 생콩가루보다 좀더 제빵성이 양호할 것으로 판단되었다. 밀가루의 품질을 평가할 수 있는 지표로 이용되는 Valorimeter value는 전체적인 강력도를 나타내는 하나의 값으로써 반죽 시간과 반죽에 대한 저항성을 기초로 하여 유도되는 값이다⁸⁾. 그러나, Valorimeter value는 Farinograph의 특성을 모두 반영하는 것이 아니므로 이 값으로 밀가루의 품질 특성을 단정하기는 어렵다. 일반적으로 강력분은 70 이상, 박력분은 30 이하의 값을 보이게 된다¹⁰⁾. 본 실험에서 사용된 밀가루 반죽의 Valorimeter value는 72이었다. 전반적인 Farinograph의 결과에서 실제 제빵시 중요한 인자가 되는 것은 반죽 시간과 안정도로 알려져있다⁸⁾. 특히 밀가루들의 혼합분에 대한 영향을 Farinograph으로서 측정된 결과를 보면, 밀가루 등급이 낮을수록 흡수율은 증가하나 반죽시간 및 안정도는 감소된다고 한다⁸⁾. 따라서 본 실험의 Farinograph의 결과로 볼 때

밀가루 60%에 첨가된 혼합분 반죽들의 제빵성은 멥쌀가루 10%, 현미가루 30%의 혼합분 반죽, 그 다음이 현미가루 40%, 멥쌀가루 40% 혼합분 반죽의 순으로 우수하였다.

2. Extensograph에 의한 발효 특성

Extensograph에 의한 밀가루와 각 혼합분 반죽의 발효 특성을 측정된 값은 Table 3과 같다. 일반적으로 강력분은 박력분에 비하여 신장저항도 및 신장도의 값이 크며, 형상 계수는 작은 경향을 보인다. 특히 신장저항도와 신장도의 균형은 반죽의 가스 수용력에 중요하다⁸⁾. 밀가루 반죽의 신장저항도와 신장도가 균형을 이루어 가스 수용력이 좋고, 제빵에 적당함을 제시하고 있는 전형적인 모양¹⁰⁾으로 나타났다. 밀가루, 멥쌀가루 혼합분 반죽에서는 멥쌀가루 첨가가 증가된 반죽일수록 신장저항도와 신장도는 낮아져 약한 반죽의 특성을 보였다. 밀가루, 멥쌀가루 및 찹쌀가루 혼합분 반죽에서의 신장저항도는 찹쌀가루가 증가할수록 감소하는 경향이 뚜렷이 나타났다. 이러한 현상들은 아주 약한 반죽의 특성을 보이며, 가스 수용력이 낮음을 시사하고 있다. 밀가루, 멥쌀가루 및 현미가루 혼합분 반죽에서의 신장저항도는 현미가루 함량이 증가할수록 증가하였고, 발효 시간이 경과함에는 차이가 없었다. 그러나 찹쌀가루 첨가분 반죽보다는 대

Table 3. Extensibility of wheat and cereal flour blend doughs by Extensograph

kinds of Doughs	Area (cm ²)			Resistance to extention (B.U.)			Extensibility (mm)			Ratio figure			M.A.
	45 min	90 min	135 min	45	90	135	45	90	135	45	90	135	
CW	119.4	123.5	129.8	485	565	570	189	175.5	175	2.568	3.241	3.297	58.5
WR-1	96.4	103.85	111.85	472.5	510	535	160	155	163	2.957	3.296	3.281	57.3
2	90.25	81.9	111.9	437.5	457.5	450	159.5	139	140	2.763	2.107	3.213	56.5
3	67.5	72.05	74.1	402.5	427.5	430	128	127.5	131.5	3.147	3.353	3.277	57.0
4	47.85	47.8	49.95	317.5	325	332.5	112	109	113.5	2.871	2.982	2.933	57.1
WRX-1	27.8	45.8	52.55	320	312.5	335	112.5	111	120.5	2.844	2.816	2.786	58.4
2	40.8	42.75	46	267.5	285	290	113.5	113.5	119	2.366	2.514	2.436	59.7
3	39.95	42.8	40.9	245	290	290	117	115.5	109	2.093	2.512	2.648	60.5
4	43.65	81.1	39.25	255	285	265	128	108.5	109	1.996	2.639	2.421	61.0
WRB-1	44.4	46.5	49.95	285	320	315	111	110	115	2.588	2.927	2.738	57.0
2	43.3	45.9	45.95	292.5	327.5	322.5	107	103	109	2.737	3.182	2.949	56.8
3	54.5	49.75	51.35	340	345	355	114	105	106	2.989	3.292	3.34	56.7
4	45.35	52.05	47.5	312.5	347.5	325	106	111	106	2.948	3.131	3.067	56.1
WRS-1	47.95	53.85	64.85	240	315	375	146.5	127	129	1.645	2.48	2.907	57.6
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*M.A: Moisture absorbance.

체로 신장 저항도가 높은 값을 보였고 신장도는 낮아졌으나 약한 반죽의 특성과 낮은 개스 수용력을 제시했다. 밀가루, 멥쌀가루 및 생콩가루 혼합분 반죽은 생콩가루가 20% 이상 첨가된 혼합분 반죽의 지나친 점질성으로 인해 기기에서의 측정이 불가능 하였다. 단지 밀가루 60%, 멥쌀가루 30%, 생콩가루 10% 혼합분 반죽에서만 측정되었으나, 낮은 반죽 특성과 가스 수용력을 짐작할 수 있었다. 이와 같은 결과로 본 실험에서 사용한 밀가루 60%, 멥쌀가루 40% 혼합분 반죽, 밀가루 60%, 멥쌀가루 30%, 찹쌀가루 10% 혼합분 반죽 및 밀가루 60%, 멥쌀가루 10%, 현미가루 30% 혼합분 반죽들의 반죽 특성과 개스 수용력이 비슷할 것으로 볼때 제빵성에서도 양호할것으로 생각된다.

3. Amylograph에 의한 호화 특성

Amylograph에 의하여 측정된 혼합분 반죽의 호화 양상은 Table 4와 같다. 밀가루와 멥쌀가루 혼합분의 경우 호화 개시 온도는 멥쌀가루 10% 혼합분 만이 밀가루와 같은 55.0°C이었으며, 멥쌀가루 20%, 30%, 40% 혼합분들의 호화 개시 온도는 모두 58°C로 밀가루보다 높았다. 그러나 Lee¹³⁾ 등이 멥쌀가루의 첨가량에 관계없이 65.5°C로 동일한 온도에서 호화가 일어남을 제시한 것보다는 낮았다. 밀가루, 멥쌀가루 및 찹쌀가루 혼합분과 밀가루, 멥쌀가루 및 현미가루 혼합분

의 호화 개시 온도는 같은 58°C로 찹쌀가루와 현미가루의 첨가량에 관계없이 같은 온도에서 개시됨을 알 수 있었다.

밀가루, 멥쌀가루, 생콩가루 혼합분의 호화 개시 온도는 생콩가루의 첨가 비율이 높을수록 높아졌다. 특히 밀가루 60%에 멥쌀가루 40%, 찹쌀가루 40%, 현미가루 40%, 생콩가루 40%만을 첨가한 혼합분들을 비교하여 보면 이들의 호화 개시 온도는 생콩가루 혼합분(61.0°C)을 제외하고는 모두 58.0°C로 같았다. 일반적으로 최고 점도는 전분 입자의 팽창과 관련 된다¹⁴⁾. 밀가루, 멥쌀가루 혼합분의 최고 점도는 멥쌀가루 첨가량이 높을수록 혼합분의 최고 점도는 증가하였다. 이는 Lee¹³⁾, 남¹⁵⁾들의 보고와도 일치하였다. 밀가루, 멥쌀가루, 찹쌀가루 혼합분의 최고 점도는 멥쌀가루 첨가량이 감소하고, 찹쌀가루 첨가량이 높을수록 점점 감소되었다. 이는 밀가루, 멥쌀가루 혼합분의 경우와는 그 반대 현상을 보였다. 밀가루, 멥쌀가루, 현미가루 혼합분의 최고 점도는 현미가루 첨가량이 증가할수록 점점 감소되었다. 이는 찹쌀가루 첨가량 증가에 따른 최고 점도 양상과 같으나, 최고 점도 감소 차이는 찹쌀가루 혼합분보다 적었다. 밀가루, 멥쌀가루, 생콩가루 혼합분의 최고 점도는 생콩가루 첨가량이 증가할수록 감소되었으며, 전체적으로 다른 혼합분들보다 최고 점도가 월등히 낮았다. 각종 반죽들의 최고

Table 4. Gelatinization of wheat flour and cereal flour blend doughs by Amylograph

Source	Starting temperature (°C)	Initial geiatinization temperature (°C)	Peak height (B.U.)	Temperture at peak height (°C)
CW	25.0	55.0	760	92.0
R	25.0	64.0	1760	89.0
X	25.0	58.0	340	67.0
B	25.0	61.0	1710	94.0
S	-	-	-	-
WR-1	25.0	55.0	860	92.0
2	25.0	58.0	950	92.0
3	25.0	58.0	1030	90.0
4	25.0	58.0	1160	92.5
WRX-1	25.0	58.0	970	92.0
2	25.0	58.0	780	92.5
3	25.0	58.0	590	92.0
4	25.0	58.0	450	92.0
WRB-1	25.0	58.0	1100	93.0
2	25.0	58.0	1040	91.0
3	25.0	58.0	1000	92.0
4	25.0	58.0	930	92.0
WRS-1	25.0	58.0	290	90.0
2	25.0	58.0	140	90.0
3	25.0	61.0	80	90.0
4	25.0	61.0	60	90.0

점도에 도달한때의 온도는 밀가루 및 다른 가루들간에 차이가 없이 92.0°C로 일정하였다. 혼합분 반죽들의 최고 점도 온도는 혼합분들 사이에 크게 차이가 없이 일정 하였고(90°C-93°C), 생콩가루를 첨가한 혼합분 반죽들의 최고 점도 온도만이 90.0°C로 낮았으며 그 외의 혼합분들은 모두 일정하였다. 이러한 결과는 최고 점도시의 온도가 밀가루 및 혼합분간에 차이가 일정하였다는 Lee¹³⁾ 등의 보고와 동일하였다.

4. SEM에 의한 반죽의 구조적 특성

밀가루 및 각종의 혼합분으로 반죽을 하고, 1차 발효과정을 끝낸 후에 밀가루 혼합분의 구조 형태를 SEM으로 관찰한 결과는 Fig. 1,2와 같았다. 1차 발효 후의 밀가루 반죽 구조는 Fig. 1-(A)에서와 같이 구형의 큰 입자들 즉 큰 전분 입자들 사이로 작은 전분 입자들이 불규칙하게 분포되어 있었다. 이들은 Paredes¹⁶⁾ 등이 보고한 잘 발달된 반죽과 유사한 모양이었으며, Pomeranz¹⁷⁾들이 큰 전분 입자들은 확장되고, 작은 입자들은 약간의 변형과 함께 반죽 내부에 형성된 protein matrix와 상호작용하는 양상을 보인다는 결과와도 비슷하게 나타났다. 또한 이들은 흰 밀빵의 반죽 구조는 protein matrix에 의해 형성되며, 이것들이 종이와 같이 얇게 퍼진 상태에서 발효와 더불어 좀더 크고 탄력성 있는 것으로 분포되면서 작은 빈 공간을 형성한다고 하였다. 반죽 구조에 중요한 관여인자는 전분의 변형으로써 빵에서는 단백질과 팽창된 전분 사이에서 변형이 일어나며, 작은 전분 입자보다는 주로 큰 전분 입자가 변형된다고 지적 된바 있다^{18,19)}. 밀가루 90%와 멥쌀가루 10%가 혼합된 반죽 구조는 Fig. 1-(B)에서와 같이 밀가루 100% 반죽인 때와 유사한 구조를 이루고 있으나 밀가루 반죽에서의 큰 전분 입자들이 전체적으로 분포되어 있는 것에 비해 작은 전분 입자들이 많아졌으며, 이때에 보이는 전분 입자들간의 조밀한 부분은 빵이 완성되었을 때 내부에 빈 공간을 만들어 빵의 구조를 만들 것¹⁹⁾으로 보인다. 밀가루 60%에 멥쌀가루 40%를 혼합한 반죽 구조는 Fig. 1-(C)에서 보는것과 같이 밀가루 100% 반죽은 물론 10% 멥쌀가루가 첨가된때보다 좀더 많은 작은 구형의 전분 입자들이 조밀하게 구성되어 있었다. 밀가루 60%, 멥쌀가루 30%에 찹쌀가루 10%를 섞은 혼합분의 반죽 구조는 Fig. 2-(A)에서와 같이 다른 혼합분 반죽의 구조 형태보다 좀더 많고 작은 전분 입자들이 엉켜있는 모습이 관찰되었다. 이는 밀가루 단백질이 얇은 막을 형성하여 개스포집을 좋게하는 성질²⁰⁾이 있는 것을 미루어 볼 때 전분 입자들이 방해하여 이룬 반죽 발달

이 저해된¹⁹⁾ 때와 유사한 구조를 보이고 있었다. 또한 Fig. 2-(B)에서 보는 것과 같이 밀가루 60%, 멥쌀가루 30%, 현미가루 10% 혼합분의 반죽 구조는 전체적으로 대부분 적은 전분입자들이 서로 엉켜서 커다란 덩어리 모양으로 나타났다. 밀가루 60%, 멥쌀가루 30%, 생콩가루 10%를 섞은 혼합분의 구조는 Fig. 2-(C)에서 보는 것과 같이 큰 전분과 작은 전분 입자들간에 서로 엉켜 있는 상태와 덩어리진 형태가 서로 혼합되어 있는 모양을 볼 수 있었다. 이로 인하여 단백질이 개스를 포집할 수 있는 능력을 상실하게 되고 불규칙적인 세포막이 형성되어 뻣뻣한 빵의 내관을 형성하게 되는 원인이 된다. 이것은 단백질과 팽윤되어 변형된 전분 사이의 상호 작용에 의하여 균일한 빵의 내관을 만드는

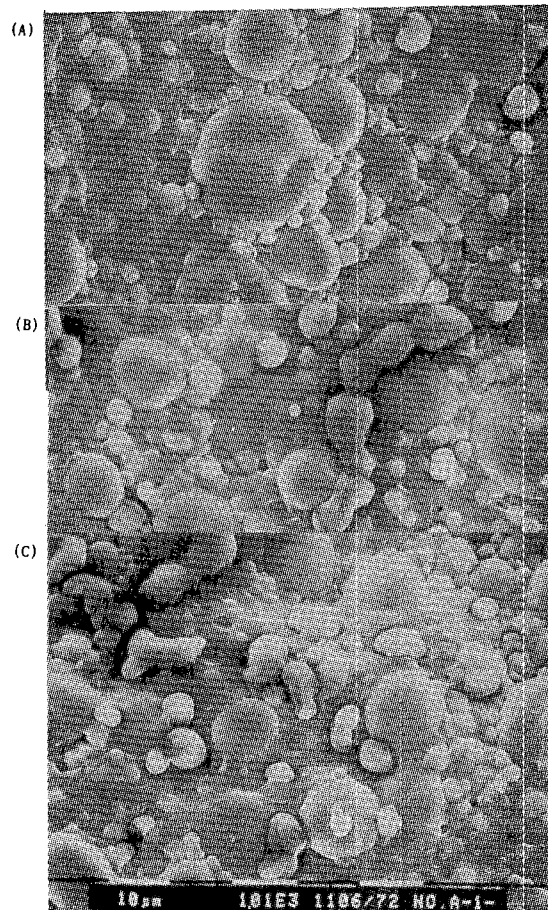


Fig. 1 (A). Scanning Electron Microscopic structure of wheat flour dough after first proofing. (B) Scanning Electron Microscopic structure of 90% wheat and 10% rice flour dough after first proofing. (C) Scanning Electron Microscopic structure of 60% wheat and 40% rice flour dough after first proofing.

IV. 요 약

쌀소비 확대 및 곡분을 이용한 주식용 식품의 제조 이용 방법으로서 혼합 곡분의 제빵 적성을 위한 반죽들의 물리적 성질을 측정된 결과 다음과 같았다.

각 재료의 혼합 반죽의 Farinograph에 의해 조사된 반죽시간은 기타 곡분가루 비율이 높을수록 짧아졌고, 흡수율과 안정도는 감소했으며, 탄력도는 생콩가루첨가분을 제외하고는 밀가루와 비슷했다. Extensograph에 의한 저항도와 신장도는 곡분 첨가량이 증가할수록 낮아졌고, Amylograph에 의한 호화 개시온도는 곡분의 첨가량에 따른 차이는 크지 않았으며, 최고점도는 크게 낮아졌다. SEM에 의한 반죽구조는 기타 곡분 가루가 증가할수록 작은 전분입자들이 많아졌고, 밀집된 상태로 입자간의 구분이 어려웠다.

이러한 결과로 볼 때 찹쌀가루 30% 이상, 생콩가루 20% 이상의 혼합 반죽을 제외하고는 제빵적성에 양호한 반죽들의 물리적 특성을 갖고있다고 사료된다.

참고문헌

1. Nishita, K.D., Roberts, R.L. and Bean, M.M.: Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem.* **53**(5): 626-635 (1976).
2. Ylimaki, G., Hawrysh, Z.J., Hardin, R.T., and Thomson, A.B.R.: Application of response surface methodology to the development of rice flour yeast breads: Objective Measurements, *J. F. Food Sci.* **53**(6): 1800-1805 (1988).
3. Juliano, B.O.: A simplified assay for milled-rice amylose, *Cereal Sci. Today*, **16**(10): 334 (1971).
4. Nishida, K.D. and Bean, M.M.: Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem.*, **56**: 185 (1979).
5. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches, *Stärke*, **4**: 101 (1966).
6. American Association of Cereal Chemists: Cereal Laboratory Methods. The Association, St. Paul, Minnesota, pp. 21-54 (1983).
7. Takano, H., Thoyoshima, H., Koyanagi, Y., and Tanaka, Y.: Quality improvement composite rice-wheat flour bread with the increase of rice replacement level (Bread making properties of rice flour, Part 4, Rept. *Natl. food Sci. Inst.* No. 48, pp.52-62 (1986).
8. 김성곤: 제분과 밀가루의 이용, 한국제분공업협회, 미국소맥협회, pp.247-250 (1990).
9. 高野博幸, 豊島英親, 小柳妙: 食總研報, **48**: 52 (1986).

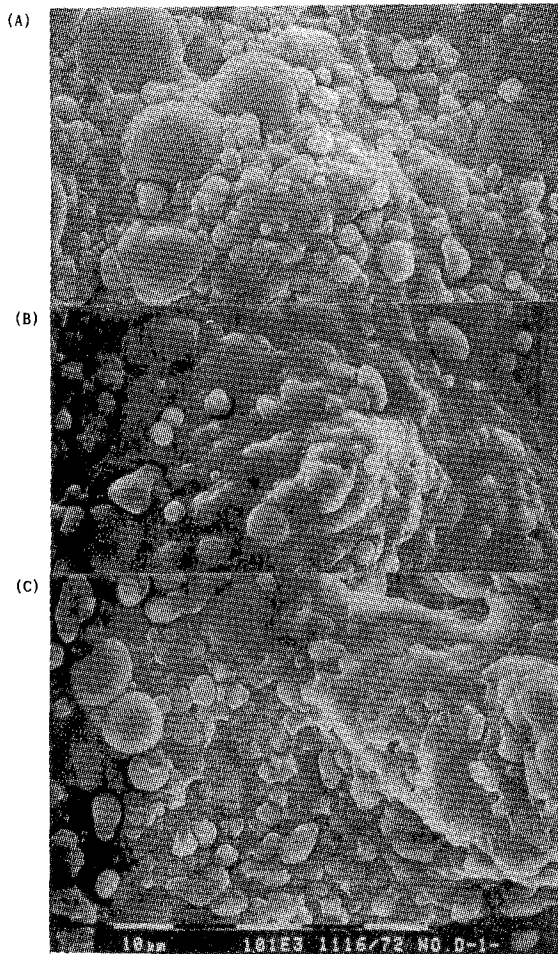


Fig. 2 (A). Scanning Electron Microscopic structure of 60% wheat, 30% rice and 10% waxy-rice flour dough after first proofing. (B) Scanning Electron Microscopic structure of 60% wheat, 30% rice and 10% brown-rice flour dough after first proofing. (C) Scanning Electron Microscopic structure of 60% wheat, 30% rice and 10% soybean flour dough after first proofing.

데 전분의 기여^{16,17,21)}가 아주 중요한 것으로 알려져 있다. 따라서 밀가루 90%, 멥쌀가루 10% 혼합분 반죽의 구조는 잘 발달된 밀가루 반죽의 구조와 유사하게 관찰되었으므로 제빵성에 큰영향을 주지 않을 것으로 보였다. 또한 밀가루에 멥쌀가루 40%가 대체된 반죽은 제빵성에 영향을 주는 큰 전분 입자들이 상대적으로 감소하게 되므로 빵 내관이 조밀하게 형성되며, 찹쌀가루, 현미가루, 생콩가루의 혼합분 반죽구조는 잘 발달되지 못한 밀가루 반죽구조¹⁰⁾와 유사한 모양을 이루어 제빵성을 약화시킬 것으로 보여 진다.

10. Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J.: Bread, In encyclopaedia of food science food, Technology and Nutrition, Academic press (1993).
11. Finney, K.F.: An optimized, straight-dough, bread-making method after 44 years, *Cereal chem.* **61**(1): 20-27 (1984).
12. Lorenz, K. and Dilsaver, W.: Rheological properties & food application of proso millet flours, *Cereal Chem.* **57**(1): 21-24 (1980).
13. Chun-Yung, Lee., Sung-Kon, Kim. and Marston, P.E.: Rheological and Baking Studies of Rice-Wheat Flour Blends. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **11**(2): (1979).
14. Polmeranz, Y.: Carbohydrate, Starch. In Functional properties of food components. *Food Science and Technology*, a series of monographs. Schweigart, B.S., Hawthorn, J. and Stewart, G.F. (Eds.) Academic Press, Inc., New York (1985).
15. 남영중, 석호문, 박용곤: 쌀의 제분방법 개발연구, 쌀 가공식품개발 연구사업보고, 농수산물유통공사종합 식품연구원 (1987).
16. Parades-Lopez, O. and Bushuk, W.: Development and "undevelopment" of wheat dough by mixing: microscopic structure and its relations to bread-making quality, *Cereal chem.* **60**(1): 24-27 (1982).
17. Pomeranz, Y., Meyer, D. and Seibel, W.: Wheat, wheat-rye, and rye dough and scanning electron microscopy, *Cereal Chem.* **61**(1): 53-59 (1984).
18. Bechtel, D.B., Pomeranz, Y. and de Francisco, A.: Breadmaking studied by light and transmission electron microscopy, *Cereal Chem.* **55**: 392 (1978).
19. Bernardin, J.E. and Kasarda, D.D.: The microstructure of wheat protein fibrils, *Cereal Chem.* **50**: 735 (1973).
20. American Association of Cereal Chemists: Cereal Laboratory Methods. The Association, St. Paul, Minnesota, pp.21-54 (1983).
21. Tipples, K.H. and Kilborn, R.H.: Unmixing- The disorientation of developed bread doughs by slow speed mixing, *Cereal Chem.* **52**, p.248 (1975).