

전립분 첨가 반죽의 물리적 특성

김영호[†] · 최광수* · 손동화** · 김정호***

대한제분(주) 식품연구소, *영남대학교 식품가공학과
신일전문대학 식품가공과, *경산대학교 환경과학과

Rheological Properties of Dough with Whole Wheat Flour

Young-Ho Kim[†], Kwang-Soo Choi*, Dong-Hwa Son** and Jung-Ho Kim***

Food Research Institute, Daehan Flour Mills Co., LTD., Incheon 400-201, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyungsan 712-820, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Shinil Junior College, Taegu 706-020, Korea

***Dept. of Environmental Science, Kyungsan University, Kyungsan 712-240, Korea

Abstract

The rheological properties of dough were evaluated the dough added whole wheat flour during breadmaking. From the farinogram, water absorption of the dough was decreased as the amount of coarse whole wheat flour was increased. While water absorption of the dough was increased as the amount of fine whole wheat flour was increased. Arrival time and development time of the dough with coarse whole wheat flour were longer than those of fine whole wheat flour. As the amount of whole wheat flour was increased, the weakness was increased. Weakness of coarse whole wheat flour was higher than that of fine whole wheat flour. From the extensograph, extension and resistance to extension were decreased with increasing the amount of whole wheat flour. Resistance to extension of coarse whole wheat flour was higher than that of fine whole wheat flour. From the amylograph, as the amount of whole wheat flour increased, maximum viscosity was decreased gradually. Though the amount of coarse whole wheat flour and fine whole wheat flour was increased up to 30% and 50%, respectively, external characteristics of bread was remained in normal. As the amount of whole wheat flour was increased, the value of whiteness was decreased.

Key words: bread, dough, whole wheat flour, frinograph, extensograph, amylograph, whiteness

서 론

오늘날 우리의 식생활 형태가 서구화 내지 편리한 식생활 패턴으로 변모되면서 빵의 소비가 증가하고 있다(1). 또한 최근에는 빵의 소비문화에도 많은 변화가 일어나고 있으며, 특히 건강빵, 영양빵을 지향하는 추세이다(2).

소맥은 약 83%의 배유부(endosperm), 15%의 피부(bran) 그리고 2%의 배아(germ)로 구성되어 있다(3). 여기서 배유부는 주로 전분 및 단백질로 구성되어 있으며 배아는 지방 및 vitamin E가 다량 함유되어 있다. 또한 피부에는 cellulose, hemicellulose, pentosans 등과 같은 고분자 점성물질이 많으며(4) 이들은 소화 흡

수율이 낮아 저칼로리 다이어트 식품으로 효과가 있고 일종의 완화제로서 작용한다(5,6).

국내 밀가루는 거의 대부분 회분 함량이 0.5% 이하로서 밀의 배유 부분만을 이용한다고 볼 수 있다. 이는 배유부의 영양학적인 가치가 높아서가 아니라 제품의 색상이나 2차 가공시 제빵 적성과 조직감에 더 좋기 때문이다. 그러나 최근에 와서는 밀의 영양학적인 가치를 제고하게 되었으며, 흰빵 보다는 배아 및 피부의 함유율이 높은 검은빵을 더 선호하는 소비형태로 변화하고 있다. 따라서 피부가 함유된 전립분 첨가빵이 새로운 연구대상이 되고 있다.

전립분의 종류에는 입자의 크기에 따라 거친입자전립분(coarse whole wheat flour), 고운입자전립분(fine

[†]To whom all correspondence should be addressed

whole wheat flour)으로 구분된다(7). 전립분의 종류와 첨가량에 따라 전립분 첨가반죽은 물리적 특성이 변화하며, 이러한 물리적 특성을 조사하기 위하여 farinograph, extensograph, amylograph 등을 분석한다. 김 등(18)은 한국산 밀의 mixograph 특성과 제빵적성과의 관계에 관해, 이(9)는 한국산 밀품종 “조광”의 물리적 성질과 전밀빵제조에 관해 연구하였다. 또한 권(10)은 쌀가루와 기타 곡분을 이용한 물성에 관해, 김 등(11)은 밀, 쌀보리 혼합분의 물리적 성질을 통한 실험에서 farinograph, amylograph, extensograph로 가공적성에 대한 물리적 성질에 관해 보고하였다.

Farinograph는 기본적으로 반죽의 일정한 굳기(consistency)에 도달하는데 요하는 수분 함량 즉 흡수율 및 반죽특성의 물리적 성질을 나타낸 것이다. Extensograph는 일정한 정도의 반죽신장도 및 인장항력을 측정하는 것으로 반죽의 내부에너지의 시간적 변화를 측정하여 2차가공 즉 발효에 의한 반죽의 성질을 측정한다. Amylograph는 전분 분해효소에 의한 반죽의 점도를 나타낸다. 한편 밀가루에 첨가된 전립분의 함량은 빵의 색상에 어느 정도 영향을 미치므로 백도를 측정한다.

밀가루 반죽의 성질 및 반죽의 가공 조작용 최종 제품의 품질에 큰 영향을 주게 되고, 반죽의 성질은 단백질, 전분, 기타 지방질 및 무기질 등의 함량과 효소 등이 관계되므로, 피부(bran)가 함유된 전립분 첨가빵을 연구하기 위해서는 전립분 첨가반죽의 물리적 특성을 조사할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 우수한 전립분 첨가빵의 제조 조건을 규명하기 위하여 첨가 전립분의 함량과 입도에 따른 반죽의 물성변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

밀가루는 미국산 Dark Northern Spring(DNS)으로 제분한 대한제분(주) 강력분 1급품을 사용하였다. 전립분은 미국산 DNS맥을 제분공정 중 first break roll에 통과 분쇄된 거친입자(C.W.W.F.; coarse whole wheat flour, 7~20mesh)와 이를 다시 hammer mill로 분쇄한 고운입자(F.W.W.F.; fine whole wheat flour, 60~80 mesh)로 구분하여 사용하였다.

반죽의 조성

전립분 첨가반죽의 물리적 특성을 조사하기 위해서 전립분 첨가량은 거친입자 및 고운입자를 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 및 100%로 각각 달리 첨가하였다.

Farinograph 분석

A.A.C.C.법(12)에 따라 Farinograph mixing bowl을 30°C(±0.2°C)로 조정하고, 공시료는 수분 함량 14.0% 기준으로 300g을 사용하여 curve의 중심선이 500B.U. (Brabender Units)에 도달하도록 물(30°C)을 가한다. 그리고 흡수율(water absorption), 반죽도달시간(arrival time), 반죽형성시간(development time), 안정도(stability) 및 약화도(weakness) 등을 조사하였다.

Extensograph 분석

A.A.C.C.법(13)에 따라 공시료 300g(수분 14% 기준)에 2%의 소금물을 가하고 farinograph 혼합기를 사용하여 1분간 혼합한 다음 5분간 방치한다. 그후 다시 반죽을 시작하여 farinograph의 500B.U.에 curve의 중심이 도달되게 한 다음, 150g의 반죽을 extensograph (Brabender, 독일) rounder에서 처리한다. 그리고 30°C의 항온조에 방치하여 45분, 90분, 135분까지 반복하여 반죽의 신장도(extensibility), 신장저항도(resistance to extension) 및 비율을 측정하였다. 신장도(E)는 시작점으로 부터 끝까지의 거리, 신장저항도(R)는 curve의 최고 높이로서 나타내며 비율은 R/E로 표시하였다.

Amylograph 분석

A.A.C.C.법(14)에 따라 amylograph(Brabender-Amylograph, 독일)를 사용하여 측정개시온도(starting temperature), 호화개시온도(gelatinization temperature), 최고 점도온도(temperature at max. viscosity) 및 최고 점도(max. viscosity)를 측정하였다. 시료의 양은 65g(수분 14%기준)에 증류수 450ml를 첨가한 후 현탁액으로 하여 사용하였으며 측정개시온도는 25°C부터 시작하였다.

백도

백도(whiteness)는 백도기(Reflection and Gloss Meter, Model 575, U.S.A.)를 사용하여 밀가루 표면의 반사율(percent reflectance)을 측정하여 백도를 환산하였다.

결과 및 고찰

전립분 첨가 반죽의 farinogram 특성

밀가루에 전립분을 입도별로 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 및 100%로 각각 달리하여 첨가하였을 때의 far-

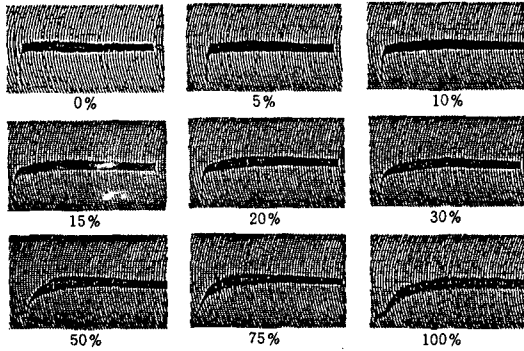


Fig. 1. Farinogram of dough with coarse whole wheat flour.

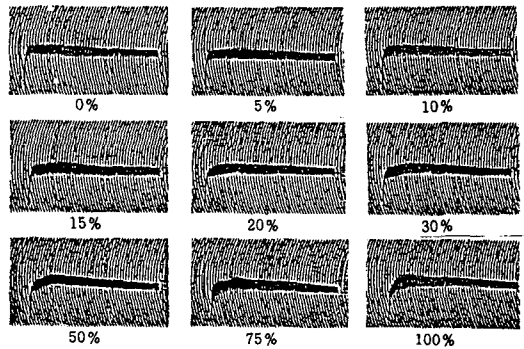


Fig. 2. Farinogram of dough with fine whole wheat flour.

inogram은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같았으며 farinogram의 특성치는 Table 1 및 Table 2와 같다. Farinography법에서는 반죽의 그래프가 500B.U.에 도달하는 시간(분)을 반죽도달시간(arrival time)으로 하며 이는 밀가루가 물을 흡수하는 초기단계이다. 반죽의 굳기가 최고 점도에 도달할 때까지의 시간을 반죽형성시간(development time)이라하며, 또한 반죽의 경도가 500B.U.를 유지하는 시간을 안정도(stability)로 표시한다. 약화도(Weakness)는 반죽형성시간 후부터 시작하여 12분 후의 curve 중심의 하강 정도를 500B.U.선으로부터 거리(B.U)로 표시하였다.

흡수율(water absorption)은 100% 밀가루에서 65%로 나타났다. 100% 거친전립분은 58%로 상당히 감소하였으나, 100% 고운전립분은 69.7%로서 오히려 100% 밀가루 보다 흡수율이 높아졌다. Farinogram의 수분흡수율은 단백질 함량, 입도(particle size), 손상전분(damage starch)에 영향을 받는다(15). 입도 크기에 있어서는 크기가 작을수록 접촉면적이 넓어지므로서 수화속도가 빠르고, Gluten 형성에 안정성을 준다. 따라서 입도가 작은 고운전립분이 입도가 큰 거친전립분에 비해 흡수율이 높게 나타난 것으로 생각된다.

반죽도달시간(arrival time)은 100% 거친전립분에서 10분, 100% 고운전립분에서는 3.5분이었다. 이는

Table 1. Farinogram characteristics of dough with coarse whole wheat flour

C.W.W.F.(%)	Abs.(%)	A.T(min)	D.T(min)	Stab.(min)	Weakness(B.U)
0 ¹⁾	65.0	1 1/4	8.0	20 ↑	5
5	64.5	1 3/4	9.5	20 ↑	10
10	64.0	3.0	11.0	20 ↑	10
15	63.5	4 3/4	11.5	20 ↑	10
20	63.0	5.0	11.5	20 ↑	10
30	62.5	6.0	12.5	20 ↑	10
50	61.0	6 1/2	13.0	20 ↑	20
75	60.0	7.0	14.0	20 ↑	20
100	58.0	10.0	16.0	20 ↑	20

C.W.W.F: Coarse whole wheat flour, Abs: Water absorption, A.T: Arrival time, D.T : Development time, Stab.: Stability, ¹⁾100% of wheat flour

Table 2. Farinogram characteristics of dough with fine whole wheat flour

F.W.W.F.(%)	Abs.(%)	A.T(min)	D.T(min)	Stab.(min)	Weakness(B.U)
0 ¹⁾	65.0	1 1/4	8.0	20 ↑	5
5	65.3	1 1/2	8.0	20 ↑	25
10	65.8	1 3/4	7.0	20 ↑	25
15	66.4	1 3/4	6 1/2	20 ↑	30
20	66.9	2.0	6.0	20	30
30	67.6	2 1/2	5 1/2	19	30
50	68.3	2 3/4	5.0	17	40
75	68.8	3.0	5.0	16	40
100	69.7	3 1/2	5.0	16	40

F.W.W.F: Fine whole wheat flour, Abs.: Water absorption, A.T: Arrival time, D.T: Development time, Stab.: Stability, ¹⁾100% of wheat flour

100% 밀가루의 경우 1.25분에 비하여 연장되었다. 거친전립분의 경우가 더욱 현저하여 반죽특성이 좋지 않았다. 거친전립분은 고운전립분에 비해 물을 흡수하는 초기 단계에서 수화속도가 늦어 입도 크기에 따라 차이가 있었으며, 이는 이(9)의 보고와 일치하였다.

반죽 형성 시간(development time)은 100% 거친전립분에서 16분으로 상당히 길어졌으나, 100% 고운전립분에서는 5분으로 반죽 형성 시간이 짧아졌다. 따라서 반죽 형성 시간은 거친전립분이 고운전립분 보다 길어졌다. 안정도(stability)는 거친전립분이 고운전립분 보다 높았다. 이들 안정도가 길어진 것은 밀가루만의 경우에서 반죽의 안정성이 높아진 것과는 그 성질이 다르며 전립분에 다량 함유된 피부(bran)의 입자 크기와 수화속도에 의한 것으로 생각된다.

약화도(weakness)는 100% 밀가루에서 5B.U.였다. 100% 거친전립분은 20B.U.였으며, 100% 고운전립분은 40B.U.로, 전립분 첨가량이 증가할수록 약화도가 커졌다. 이는 전립분의 피부(bran)가 반죽시 gluten 형성에 방해인자로 작용하여 gluten 발달을 약화시켜 주기 때문이며, 제빵시 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 mixing time, 발효시간 조절과 vital gluten 및 반죽 강화제를 사용하여(16) 이와 같은 단점을 보완할 수 있을 것이다.

전립분 첨가 반죽의 extensogram 특성

밀가루에 입도별 전립분을 0~100%로 각각 달리하여 첨가하였을 때 extensogram은 Fig. 3 및 Fig. 4와 같았다. Extensography법에서는 curve의 밑변의 거리(mm)를 신장도(extension)로 표시하고, curve의 높이(B.U)를 신장저항도(resistance to extension)로 표시한다. 또한 반죽이 내포하고 있는 힘을 전체 면적으로

표시하는데, extensogram 특성치의 변화는 Table 3 및 Table 4와 같다.

45분과 135분을 비교하여 볼 때 저항도는 발효시간 경과에 따라 증가하였고 반대로 신장도는 감소하였으며 이에 따라 resistance/extensibility(R/E)비는 증가하였다. 이러한 결과는 밀가루 반죽은 발효에 의하여

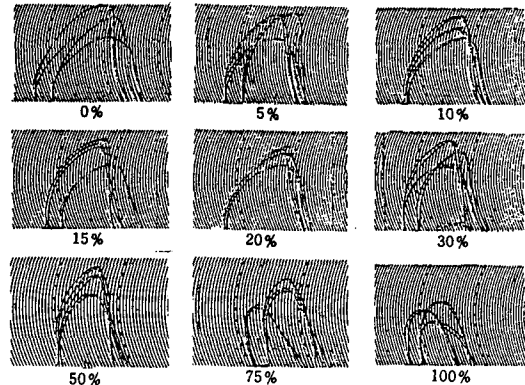


Fig. 3. Extensogram of dough with coarse whole wheat flour.

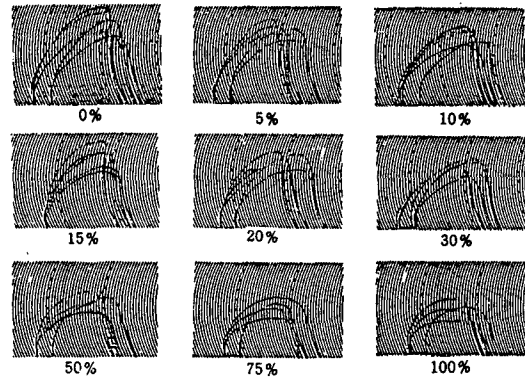


Fig. 4. Extensogram of dough with fine whole wheat flour.

Table 3. Extensogram characteristics of dough added coarse whole wheat flour after 45 and 135min

C.W.W.F.(%)	Abs.	Extension		Resistance to extension		Area under curve	
		45min	135min	45min	135min	45min	135min
		(mm)		(B.U)		(sq cm)	
0 ¹⁾	61.0	163	160	680	900	144	188
5	59.8	158	145	670	890	137	160
10	59.3	152	140	660	890	135	145
15	58.8	143	136	635	880	131	143
20	58.3	140	128	630	880	128	137
30	58.0	135	119	625	870	120	123
50	57.2	102	98	570	800	93	120
75	57.0	90	85	490	750	51	90
100	56.0	87	85	410	630	45	82

C.W.W.F.: Coarse whole wheat flour, Abs.: Water absorption, ¹⁾100% of wheat flour

Table 4. Extensogram characteristics of dough added fine whole wheat flour after 45 and 135min

F.W.W.F.(%)	Abs.	Extension		Resistance to extension		Area under curve	
		45min	135min	45min	135min	45min	135min
		(mm)		(B.U)		(sq cm)	
0 ¹⁾	61.0	163	160	680	900	144	188
5	61.3	161	157	620	760	137	158
10	61.5	160	155	610	750	136	146
15	61.7	160	148	600	740	128	140
20	61.9	159	140	580	735	123	136
30	62.3	158	138	560	700	118	133
50	62.5	152	135	460	660	96	129
75	62.9	150	133	400	560	88	112
100	63.2	146	120	340	550	72	99

C.W.W.F.: Fine whole wheat flour, Abs.: Water absorption, ¹⁾100% of wheat flour

탄성과 점성이 증가되며 신장도는 감소한다는 Hosney 등의 보고(17)와 일치하였다.

135분 후 거친전립분 0%와 100% 첨가하였을 때를 비교하여 보면, 신장도는 160mm에서 85mm로, 신장저항도는 900B.U.에서 630B.U.로, 전체 면적은 188 sq cm에서 82 sq cm이었다. 따라서 전립분 첨가량이 증가하는 순서에 따라 감소되었다. 한편 135분 후 고운전립분 0%와 100% 첨가하였을 경우, 신장도는 160mm에서 120mm로, 신장저항도는 900B.U.에서 550B.U.로, 전체 면적은 188 sq cm에서 99 sq cm로, 전립분 첨가량이 증가하는 순서에 따라 감소되었다. 특히, 거친전립분의 경우 신장저항도는 고운전립분에 비해 전반적으로 높은 값을 보여 반죽이 경직되는 경향을 보였다.

일반적으로 신장도와 신장저항도의 균형은 반죽의 가스 수용력에 있어서 중요하며, 반죽의 신장저항도가 큰 값을 가짐과 동시에 시간이 경과함에 따라 신장저항도의 증가가 큰 경질밀가루가 제빵 공정에 취급이 용이하고 빵의 질도 좋아진다. 따라서 본 실험에서도 전립분의 첨가량이 증가할수록 시간의 경과에 따라 신장도와 신장저항도가 떨어지는 것으로 보아 반죽이 약하고 가스 수용력이 낮아 제빵적성이 좋지 않음을 알 수 있다.

전립분 첨가분의 amylogram 특성

밀가루에 입도별로 0~100% 전립분 첨가분에 대한 amylogram은 Fig. 5 및 Fig. 6과 같았다. 여기서 전분의 점도, α-amylase의 활성도를 조사하기 위해 측정 개시온도(starting temperature), 호화개시온도(gelatinization temperature), 최고 점도온도(temperature at max. viscosity), 최고 점도(max. viscosity)를 조사한 amylogram 특성치는 Table 5와 같다.

최고 점도는 거친전립분 0%와 100% 첨가할 때를 비교하여 보면, 600B.U.에서 100B.U.로 고운전립분은 600B.U.에서 130B.U.로 전립분 첨가량의 증가에 따라 감소되는 현상을 보였다. 거친전립분과 고운전립분을 비교하여 볼 때 거친전립분의 경우 최고 점도는 고운전립분에 비해 전반적으로 낮았다. 호화 개시온도는 밀가루 100%일 경우는 58°C이었고, 거친전립분과 고운전립분 100%인 경우는 67°C와 66°C로 전립분 첨가량

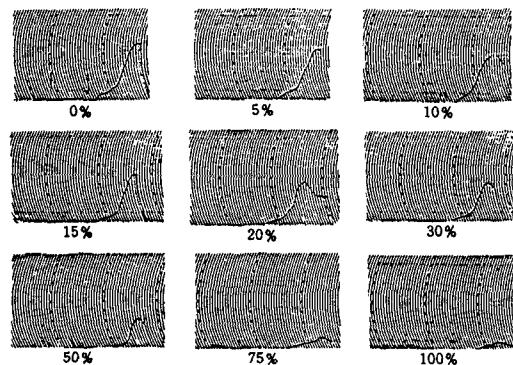


Fig. 5. Amylogram of wheat flour with coarse whole wheat flour.

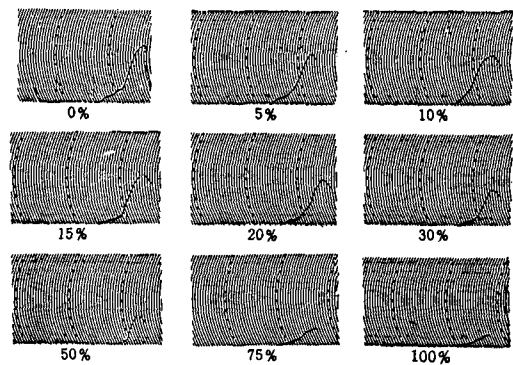


Fig. 6. Amylogram of wheat flour with fine whole wheat flour.

Table 5. Amylogram characteristics of wheat flour with coarse whole wheat flour and fine whole wheat flour

W.W.F.(%)	S.T(°C)		G.T(°C)		M.T(°C)		M.V(B.U)	
	CF	FF	CF	FF	CF	FF	CF	FF
0 ¹⁾	25	25	58.0	58.0	90.0	90.0	600	600
5	25	25	59.5	59.0	91.0	90.0	550	570
10	25	25	59.0	59.0	91.0	90.0	510	550
15	25	25	61.0	60.0	91.0	90.5	500	530
20	25	25	61.0	60.0	91.0	91.0	450	500
30	25	25	61.0	61.5	90.0	91.0	390	420
50	25	25	61.5	61.5	89.5	91.5	320	350
75	25	25	64.0	63.0	89.0	90.0	150	190
100	25	25	67.0	66.0	90.0	90.0	100	130

W.W.F.: Whole wheat flour, S.T: Starting temperature(°C), G.T: Gelatinization temperature(°C), M.T: Temperature at max. viscosity(°C), M.V: Max. viscosity(B.U.), CF: Coarse whole wheat flour, FF: Fine whole wheat flour

¹⁾100% of wheat flour

의 증가에 따라 그 온도가 높아지는 경향을 보였다.

Amylograph는 전분의 질과 양, 효소의 활성도에 따라 영향을 받는다. 전립분 첨가량의 증가에 따라 피부(bran)부분이 많아지며 상대적으로 전분질의 양이 감소된다. 따라서 효소는 밀의 배아 주변 및 껍질 쪽에 많이 존재하기 때문에(18) 전립분 첨가량이 증가할수록 최고 점도는 낮아졌다. Amylogram상에서 최고 점도(max. viscosity)가 400~600B.U.일 때 제빵성이 좋은 것으로 알려져 있으며(19) 본 실험에서는 거친전립분은 20% 첨가까지 그리고 고운전립분 30%까지 이 범위에 포함되었다.

전립분 첨가분의 백도

백도는 순흑색을 0, 순백색을 100으로 기준하여 밀가루 표면의 반사율을 측정하는 것으로, Table 6은 전립분

Table 6. Whiteness of wheat flour with coarse whole wheat flour and fine whole wheat flour

Whole wheat flour(%)	Whiteness	
	CF ¹⁾	FF ²⁾
0 ³⁾	85.5	85.5
5	84.5	83.2
10	84.3	81.0
15	84.1	80.2
20	83.0	78.7
30	81.1	76.5
50	77.0	69.1
75	68.6	61.2
100	57.6	53.5

¹⁾Coarse whole wheat flour

²⁾Fine whole wheat flour

³⁾100% of wheat flour

첨가량에 따른 백도이다. 밀가루의 백도는 입도, 배유부의 색깔특성, 제분율, 피부의 혼입도 등에 따라 좌우되며, 피부가 밀가루 백도에 가장 큰 영향을 미친다(20).

전립분 0%와 100%에서 각각 거친전립분의 백도는 85.5와 57.6을, 고운전립분은 85.5와 53.5의 값을 나타내었다. 전립분 첨가량이 증가할수록 백도의 값이 낮아 어두운 색을 띠었다. 한편 동일량의 첨가구에서는 거친전립분이 고운전립분 보다 백도 값이 다소 높아 약간 밝은 색을 띠었다. 이는 고운전립분은 피부가 미세하게 분쇄되어 이들 입자가 확산 분포되어 백도가 낮아진 것이다.

요 약

전립분의 입도를 달리하여 거친전립분, 고운전립분을 각각 첨가했을 경우 첨가량에 따른 반죽의 물리적 성질을 조사하였다. Farinograph는 전립분 첨가량이 증가함에 따라 흡수량은 거친전립분에서 감소하는 반면 고운전립분은 증가하였다. 반죽도달시간 및 반죽형성시간은 거친전립분의 경우 고운전립분 보다 길어졌다. 약화도는 전립분 첨가량이 증가할수록 약화도가 커졌다. Extensograph는 전립분 첨가량이 증가할수록 신장도 및 신장저항도가 감소하였으며, 거친전립분에서 신장저항도가 고운전립분 보다 전반적으로 높은 수치를 보였다. Amylograph는 전립분 첨가량이 증가할수록 최고 점도가 감소하였다. 백도는 전립분 첨가량의 증가에 따라 낮았으며, 동일량의 첨가구에서는 거친전립분이 고운전립분 보다 백도값이 다소 높아 약간 밝은 색을 띠었다.

문헌

1. 김성곤 : 우리나라의 밀가루이용 실태조사. 단국대학교, 식량개발연구소(1988)
2. 백상봉 : 건강빵류의 품질개선. 월간제과제빵, 8, 34 (1990)
3. Bennett, R. E. : *Baking science lecture, Wheat, milling and flour selection and performance in the bakery.* American Institute of Baking, sec.3-1, 3-7(1990)
4. Pomeranz, Y. : *Wheat, Chemistry and Technology.* American Association Chemists, INC., St. Paul, Minnesota, 2ed., p.51(1978)
5. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, p.240(1983)
6. Owen, R. F. : *Food chemistry.* Marcel dekker INC., N.Y., 2ed., p.121(1978)
7. Bennett, R. E. : *Baking science lecture, Whole wheat products.* American Institute of Baking, p.21(1990)
8. 김창식, 장학길, 하덕모, 윤주익, 신호선 : 한국산 밀의 mixograph 특성과 제빵적성과의 관계. 한국식품과학회지, 16, 233(1984)
9. 이철 : 한국산 밀 품종 조광의 물리적 성질과 전밀빵제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 15, 215(1983)
10. 권혁련 : 쌀가루와 기타 곡분을 이용한 식빵 및 러스크의 제조방법과 물성에 관한 연구. 성신여자대학교, 박사학위논문(1995)
11. 김성곤, 최홍식, 권태완, 비.엘 디아프로니아, 피.이.마스톤 : 밀 쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵시험. 한국식품과학회지, 10, 1(1978)
12. American Association of Cereal Chemists : *A.A.C.C. Approved method.* The Association, st. Paul, Minn. sec.54-21(1985)
13. American Association of Cereal Chemists : *A.A.C.C. Approved method.* The Association, st. Paul, Minn. sec.54-10(1985)
14. American Association of Cereal Chemists : *A.A.C.C. Approved method.* The Association, st. Paul, Minn. sec.22-10(1985)
15. 김희갑, 김성곤 : 소맥과 제분공업. 한국제분공업협회, 서울, p.167(1985)
16. Zelch, R. : *Baking bread lecture, Whole wheat and wheat bread.* American Institute of Baking, p.3101(1990)
17. Hosney, 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)
18. Pomeranz, Y. : *Wheat chemistry and technology.* American Association Chemists, st. Paul, Minn. 2ed. III, p.459(1985)
19. Bennett, R. E. : *Baking science laboratory, The amylograph.* American institute of baking(1990)
20. 김성곤 : 밀가루의 품질. 한국제분공업협회, 제분기술총서, 서울, p.44(1986)

(1996년 7월 8일 접수)