

메밀과 밀가루 혼합분의 물성 특성

김복란[†] · 최용순* · 이상영*

강원대학교 가정교육과

*강원대학교 식품생명공학부

Rheological Properties of Buckwheat-Wheat Flour Mixture

Bok-Ran Kim[†], Yong-Soon Choi* and Sang-Young Lee*

Dept. of Home Economics Education, Kangwon University, Chunchon 200-701, Korea

*Div. of Food Science and Biotechnology, Kangwon University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract

Rheological properties and the structure of doughs, which were made with the mixed flours of buckwheat and wheat flour as different ratio, or the buckwheat flours mixtures with additives, were investigated. Amylogram showed that the increase in the ratio of buckwheat on the doughs elevated markedly the maximum viscosity, although the value showed fluctuations depending on the additives such as gluten, ascorbic acid or hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC). There were no meaningful changes in the water absorption among the prepared doughs. However, the increase in the ratio of buckwheat on the doughs reduced the development time, whereas the addition of the HPMC delayed it, as judged from the farinogram. The extensibility and resistance of doughs measured using extensograph decreased in response to the increase in buckwheat ratio on the doughs, but the supplementation of the additives prevented the reduction due to the buckwheat. Structure of doughs observed by SEM indicated that increase in the ratio of buckwheat on the doughs inhibited the formation of regular protein matrix more together with the features of coagulated starch granules, and the improved matrix structure by the additives supplementation. The results suggest that unfavorable rheological characteristics of buckwheat in making the bread can be improved by the supplementation of the additives such as gluten.

Key words: buckwheat, rheological properties, amylogram, SEM

서 론

일반적으로 빵은 밀가루를 이용하여 제조하고 있으나 빵의 소비가 증가함에 따라 건강에 대한 관심이 높아지면서 빵 제조시 밀가루 이외의 여러 가지 곡분을 혼합한 영양적으로 우수한 제빵 연구가 많이 이루어지고 있다. 밀가루 이외의 곡분은 밀가루에 비하여 반죽과정에서 글루텐을 형성하기 어려우며 따라서 제빵적성이 그다지 좋지 않다. 반죽이 잘된 밀가루의 gluten 망상구조는 전분입자와 가스세포가 상호작용하여 발효 후에 생성된 많은 크고 작은 가스세포와 전분입자가 오븐에서의 물리적 변화로 인해 가스세포는 팽창하고 단백질과 전분입자 사이에 강한 결합이 생겨 균일한 기공을 가지면서 빵의 부피가 증가하게 된다(1). 즉 밀가루의 gluten 성분은 gliadin과 glutenin으로 점성과 탄성을 주어 전분입자와 기포를 포집하는 얇은 막을 형성하여 기공의 크기를 증가시키는 반면, 밀가루 이외의 곡분에 함유되어 있는 단백질은 밀가루 단

백질과 달리 반죽시 글루텐을 형성하기가 어렵고 발효과정에서 기포를 포집할 수가 없어서 빵의 부피가 감소하여 빵의 품질이 저하하게 된다.

일반적으로 밀가루의 단백질 함량이 증가하면 빵의 용적이 증가하는 것으로 알려져 있으나(2), 제빵에 있어서 밀가루의 단백질 함량보다 더 중요한 요소는 단백질의 질이라고 보고된 바 있다(3-6). 복합분 반죽의 성질이나 반죽의 가공조작은 제빵 품질에 영향을 주며, 반죽의 물성 특성은 주로 글루텐에 의해 영향을 받지만 그 외에 전분, 지방질 및 무기질 등의 함량과 효소 등이 밀단백질과 상호작용하면서 물성 특성에 영향을 줄 수 있다(7). 밀가루 이외의 곡분을 혼합한 반죽은 물리적 특성이 변하며 반죽 물성을 측정하기 위하여 일반적으로 amylograph, farinograph 및 extensograph 등의 기기를 이용하는데 amylograph는 전분 분해효소에 의한 반죽의 정도 즉 호화온도 및 최고점도 등을 측정할 수 있으며 farinograph는 반죽의 수분흡수율 및 반죽특성을, extensograph는 일

[†]To whom all correspondence should be addressed

정한 정도의 반죽신장도와 인장에 대한 저항력을 측정할 수 있다(8).

밀가루 이외의 곡분을 혼합한 경우 부족되는 글루텐의 대체재료로서 여러 가지 첨가제를 사용하여 물성측정과 제빵적성을 검토하기도 하는데 Chung과 Kim(9,10)은 메밀가루 제빵시 활성글루텐과 gum물질을 첨가하여 물성특성과 제빵성을 비교하였고, Ryu(11)는 흰찰쌀보리가루 혼합분에 L-ascorbic acid, 활성글루텐 및 hydroxy propyl methyl cellulose(HPMC)를 첨가한 반죽의 물성을 측정하였다. 또한 Kang과 Nam(12)은 쌀แป้ง제조에 글루텐 대체재료로서 활성글루텐 및 HPMC를 첨가하여 제빵성을 검토한 바 있다.

메밀은 다른 곡물에 비하여 우수한 단백질을 함유하고 있으며 특히 flavonoid 화합물인 rutin을 함유하고 있어서 영양학적 가치가 높은 식품으로 알려져 있다. 이에 본 연구는 메밀가루를 제빵에 이용하기 위하여 메밀빵으로서 메밀가루의 적정 첨가 비율을 알아보고 활성글루텐, L-ascorbic acid 및 HPMC를 첨가하여 이들 혼합분의 물리적 특성과 첨가제에 의한 영향을 알아보았다. 혼합분의 물리적 특성은 amylograph, farinograph 및 extensograph를 사용하였으며, 반죽의 구조특성은 SEM을 이용하여 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 재료는 밀가루(대한제분, 강력분 1등급, 단백질 12.8%, 회분 0.42%, 수분 11.6%)와 메밀가루(춘천시 신북읍에서 재배한 메밀을 춘천제분 공장에서 100 mesh로 제분, 단백질 12.3%, 회분 2.7%, 수분 11.4%)이고, 첨가제는 활성글루텐(네덜란드 산, 남양성사에서 수입), L-ascorbic acid(Waco Pure Chemical LTD), hydroxy propyl methyl cellulose(홍성약품)이었다.

Amylograph 분석

밀가루와 메밀혼합분의 호화양상은 Amylo-viscogram (Brabender model; 802725, Germany)을 사용하여 AACC (22-10)법에 따라 호화개시온도, 최고점온도 및 최고점도를 측정하였다(13). 각 복합분 현탁액 500 mL를 30°C부터 95°C까지 1.5°C/min의 일정속도로 가열하였고, 호화개시온도는 점도가 20 B.U.(Brabender Unit)에 도달하는 온도로 나타내었다.

Farinograph 분석

밀가루와 메밀혼합분의 반죽형성능력과 반죽의 물리적 성질은 Farinograph(Brabender model; 8101, Germany)를 이용하여 AACC(54-21)법에 따라 측정하였다(13). 수

분흡수율은 커브의 중심선이 500 B.U.선에 도달했을 때의 물의 양이고, 반죽형성시간(dough development time)은 반죽의 점조도가 500 B.U.에 도달할때까지의 시간이며, 반죽의 안정도는 커브의 윗부분이 500 B.U.에 도달하는 시간부터 떠나는 순간까지의 시간으로 나타내었다. 반죽의 약화도는 반죽형성시간부터 시작하여 12분 지점의 커브중심이 500 B.U.선에서 떨어진 정도로 나타냈다.

Extensograph 분석

밀가루와 메밀복합분의 신장도와 저항도를 측정하기 위하여 extensograph(Brabender model; 1310, Germany)를 이용하였으며, 분석방법은 AACC(54-10)법에 의하여 측정하였다(13). 반죽의 신장도, 신장저항도 및 반죽의 강도는 45분, 90분, 135분마다 측정하였고, 반죽을 늘려서 끊어질 때까지의 힘과 늘어난 신장과의 관계를 나타내는 그래프를 얻어서 커브의 밑변의 거리를 신장성(mm), 커브의 높이를 신장저항성(B.U.), 반죽이 내포하고 있는 힘을 전체면적(cm²)으로 표시하였다.

반죽의 구조측정

2차 발효가 끝난 반죽들을 채취하여 -20°C에서 40시간 냉동한 후 상온에서 3시간 방치하여 해동하였고, 이를 슬라이드글라스에 접착하여 상온 건조한 후 Gold Ion Coater (Spi-Module Sputter Coater, USA)로 Gold를 1000 Å 두께로 도금시킨 후 SEM(JSM 5410, JEOL)을 이용하여 20KV의 가속전압에서 2000배로 확대하여 관찰하였다.

결과 및 고찰

Amylograph에 의한 호화특성

밀가루와 메밀가루의 호화특성을 amylograph로 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 호화개시온도는 100% 밀가루에서 61.0°C였으며 메밀가루의 혼합비율이 높아짐에 따라 조금씩 높아졌다. 또한 메밀가루 30% 혼합분의 호화개시온도는 62.8°C인데 글루텐, ascorbic acid 및 HPMC를 첨가하였을 경우 낮은 온도에서 일찍 시작되었으며 이중 ascorbic acid가 61.5°C로 호화가 가장 빨리 이루어졌고 글루텐 첨가시에는 62.5°C로 매우 약한 감소 효과를 보여 메밀가루 20% 혼합분의 호화온도와 같았다. 이는 밀가루와 찰쌀보리가루 혼합분에서 찰쌀보리가루의 혼합비율이 높을수록 호화개시온도가 높게 나타났고 첨가제 사용할 때 호화가 낮은 온도에서 일찍 일어난 연구결과(11)와 같으며, 전립분 혼합비율이 높을수록 호화가 늦게 시작되었다는 보고(7)와도 일치하였다. 그러나 메밀빵 제조시 밀가루와 메밀가루 혼합분에 글루텐과 gum물질의 첨가로 인하여 호화개시온도가 다소 증가했다는 보고(9)와는 다른 결과를 보였다. Amylograph의 호화특성은

Table 1. Amylograph properties of composite flours

Groups ¹⁾	S.T (°C) ²⁾	G.T (°C) ³⁾	M.V (B.U.) ⁴⁾	M.T (°C) ⁵⁾
WF(100)	30	61.0	730	89.2
WF(90)+BWF(10)	30	61.8	900	90.0
WF(80)+BWF(20)	30	62.5	1150	90.8
WF(70)+BWF(30)	30	62.8	1320	91.2
WF(70)+BWF(30)+GL	30	62.5	980	89.2
WF(70)+BWF(30)+AA	30	61.5	1160	90.2
WF(70)+BWF(30)+HPMC	30	61.8	1080	90.0

¹⁾WF: Wheat flour, BWF: Buckwheat flour, GL: Gluten (3 g), AA: Ascorbic acid (100 ppm), HPMC: Hydroxy propyl methyl cellulose (3 g).

²⁾S.T: Starting temperature (°C).

³⁾G.T: Gelatinization temperature (°C).

⁴⁾M.V: Maximum viscosity (B.U.).

⁵⁾M.T: Temperature at maximum viscosity (°C).

전분의 질과 양, 효소의 활성도에 따라 영향을 받는다(7). 빵을 구울 때 대부분의 전분은 얇게 꼬여있는 섬유상 가닥처럼 호화되며 수분함량, 굽는 온도 등에 따라 빵 조직은 많이 달지지게 되는데 호화되는 동안 일정량의 물이 이용되고 이 물은 전분과 단백질을 강하게 결합시켜 주는 역할을 한다(8). 또한 이 수분함량은 전분과 수분경쟁을 하는 단백질, pentosan, gum 물질 및 당류의 함량에 따라 결정되며 전분입자가 이들 성분과 공존하게 되면 호화가 늦어질 수도 있다(14). 본 실험에서 첨가제를 사용한 경우 호화온도가 다소 감소하였으며, Ryu의 연구결과(11)에서도 글루텐이나 HPMC를 첨가한 경우 호화온도가 감소한 결과를 보였다.

밀가루의 최고점도는 730 B.U.이며 메밀가루의 혼합비율이 높을수록 점차 증가하여 메밀가루 30% 혼합분에서는 1320 B.U.였다. 또한 첨가제를 사용할 때 최고점도는 감소하였는데, 글루텐을 첨가하였을 경우 980 B.U.로 현저히 감소하였으나 ascorbic acid와 HPMC의 경우 감소효과는 그다지 크지 않음을 알 수 있었다. 이는 Chung과 Kim(9)의 실험결과와도 유사하였다.

Farinograph에 의한 반죽특성

Farinograph에 의해서 메밀복합분 반죽의 특성을 측정할 값은 Table 2와 같다. 반죽의 최적상태에 필요한 수분 흡수량은 100% 밀가루에서 63.2%이었으며 메밀가루

의 혼합비율이 높을수록 약간씩 감소하는 경향이었다. 이러한 양상은 쌀가루를 첨가한 혼합분에서의 수분흡수율과 같은 경향이었으나(15), 흰찰쌀보리가루 혼합분에서와는 다른 결과를 보여 주었다(11). 수분흡수량은 단백질 함량과 전분의 손상도 등에 따라 달라질 수 있으며(16) 복합분 자체의 수분량도 영향을 줄 수 있으리라 생각된다. 또한 글루텐을 첨가하였을 경우 수분흡수율이 증가하였으나 ascorbic acid는 별다른 차이를 보이지 않았고 HPMC를 첨가하였을 때는 흡수율이 오히려 감소하였다.

500 B.U.에 도달하기까지 걸리는 시간으로 정의되는 반죽형성시간(dough development time)은 100% 밀가루에서 7.2분이었는데 메밀가루를 혼합하였을 경우 7.2~6.2분으로 점차 짧아졌다. 반죽형성시간은 밀단백질의 품질을 평가하는 기준으로 이용되고 있는데(17) 반죽의 안정성이 클수록 반죽시간은 길어지며 일반적으로 반죽형성시간이 길면 제빵적성이 좋아지는 것으로 알려지고 있다. 초기 반죽단계에서는 글루텐이 조각모양이지만 점점 막상으로 되면서 전분입자 사이를 글루텐이 망상구조(matrics) 모양으로 메꾸게 된다(8). 따라서 반죽하는 동안 잘 형성된 글루텐은 가스보유력이 좋고 빵의 부피를 커지게 한다. 첨가제인 글루텐과 ascorbic acid, HPMC는 첨가하지 않았을 경우보다 반죽형성시간이 증가되었으며 이러한 결과는 Ryu(11)의 경우에서와도 일치하였다.

반죽의 안정도는 커브의 윗부분이 500 B.U.에 도달하는 시간부터 떠나는 순간까지의 시간으로서 반죽의 힘이나 강도를 알 수 있으며(16,18) 반죽의 힘이 강하면 높은 안정도를 갖고 약하면 안정도가 낮다(19). 본 연구결과 100% 밀가루에 비하여 메밀가루의 혼합비율이 높을수록 안정도가 감소하였는데 30% 메밀가루 혼합분에서 첨가제를 사용한 경우 안정도가 증가되었으며, 특히 ascorbic acid를 첨가하였을 경우 안정도는 비교적 크게 증가하였다. Ascorbic acid의 경우 S-S기가 증가되어 반죽을 단단하게 하며 따라서 가스보유력을 향상시킨다고 보고된 바 있다(20).

반죽의 약화도는 반죽형성시간 부터 12분 후의 커브중심이 떨어진 정도를 500 B.U.선으로 부터의 거리를 말하는데 메밀가루를 30% 혼합한 반죽에서 글루텐, ascorbic

Table 2. Farinograph properties of dough with composite flours

Groups ¹⁾	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Weakness (B.U.)
WF(100)	63.2	7.2	18.6	40
WF(90)+BWF(10)	62.8	7.2	18.0	50
WF(80)+BWF(20)	62.1	6.8	17.1	55
WF(70)+BWF(30)	60.8	6.2	13.7	85
WF(70)+BWF(30)+GL	63.0	7.2	15.2	70
WF(70)+BWF(30)+AA	61.2	6.4	17.3	60
WF(70)+BWF(30)+HPMC	58.2	8.0	17.0	55

¹⁾Refer to the legend in Table 1.

acid 및 HPMC는 약화도 감소에 효과적이었으며 이는 찰쌀보리가루를 30% 혼합한 연구결과(11)와도 일치하였다.

Extensograph에 의한 발효특성

Extensograph에 의한 메밀복합분 반죽의 발효특성을 측정된 결과는 Table 3과 같이 모든 시료에서 45분과 135분으로 시간이 지남에 따라 신장도는 감소하였고, 신장에 대한 저항도는 증가하였다. 또한 밀가루에 대한 메밀가루의 혼합비율이 높을수록 신장도와 신장에 대한 저항도는 모두 감소하여 100% 밀가루에서 신장도 170 mm, 신장에 대한 저항도가 540 B.U.인데 비하여 메밀가루 30%를 혼합하였을 경우 신장도 146 mm, 저항도는 465 B.U.로 감소하였으며 전체면적도 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 신장도와 신장에 대한 저항도의 균형은 반죽의 CO₂ 가스 수용력에 중요하며 제빵에도 적당하다(7).

혼합분 반죽의 특성치는 혼합분의 종류와 가루입자의 크기 및 식이섬유 함량 등에 따라 다르게 나타난다. 외피의 함량이 많은 메밀가루 혼합분의 경우에서 신장도는 감소하였지만 신장에 대한 저항도는 오히려 증가함을 보였다(10). 또한 밀가루와 멥쌀가루 혼합분 반죽에서 멥쌀가루의 혼합비율이 높을수록 신장도와 신장저항도는 낮아졌고, 밀가루에 멥쌀가루와 현미가루 혼합분 반죽에서 현미가루의 혼합비율이 높을수록 신장도와 신장저항도는 증가하였다(15). 본 실험에서 메밀가루 혼합비율이 높을수록 신장도와 신장저항도는 낮아져서 약한 반죽의 특성을 보였으며 이는 CO₂ 가스 수용력이 낮음을 알 수 있었다. 메밀가루 10%와 20% 혼합반죽에서의 발효특성은 밀가루와 크게 차이가 나지 않았으며 특히 10% 혼합반죽은 제빵성에서도 밀가루와 같이 양호함을 알 수 있었다. 그러나 30% 혼합반죽에서는 글루테이나 ascorbic acid 및 HPMC를 첨가하므로써 신장저항도와 반죽의 강도가 높게 나타났다. 또한 반죽이 내포하고 있는 힘을 전체면적으로 보여주는 면적은 글루텐 첨가군이 112 cm²로서 메밀가루 10% 혼합분 반죽의 116 cm²와 유사하였고 ascorbic acid와 HPMC 첨가도 반죽의 물성개량에 매우 효과적임을 알 수 있었다.

반죽의 구조 특성

2차 발효가 끝난 반죽의 구조를 SEM으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 100% 밀가루 반죽은 구형의 큰 전분입자와 작은 전분입자들이 반죽내부에 형성된 protein matrix와 상호작용하면서 불규칙하게 분포되어 있었으며 큰 전분입자의 크기는 직경 15~25 μm정도이고 작은 전분입자는 2~10 μm정도로 크기가 다양하였다. Pomeranz 등(21)은 밀가루 반죽의 구조에서 큰 전분입자들은 더욱 커지고 작은 입자들은 약간 변형되면서 protein matrix와 결합하는 양상을 보였으며, 이는 단백질-전분 상호작용이 강화되는 것으로 발효와 더불어 미세한 그물망 구조에서 크고 탄력성 있는 것으로 변화하여 작은 빈 공간을 형성하고 있는데 밀가루 단백질이 전분입자를 덮고 있다고 보고하였다. 반죽 혼합과정에서 충분히 수화된 뒤 형성된 글루텐 단백질은 수많은 작은 구멍을 가진 섬유망을 형성하는데 발효 후에는 이 단백질 구조가 보다 큰 기공을 가지게 된다. 따라서 빵 내부구조는 얇은 막과 큰 기공으로 채워지게 되는데 수많은 미세기공은 전분입자들을 구조 안에서 서로 엮히게 하여 기공이 커지면 기공표면에 연결된 전분입자가 단백질을 둘러싸고 있어 단백질 구조가 면사포같이 되면서 단백질을 섬유망 안으로 펼쳐진 구조를 하게 된다(8).

메밀가루를 10% 혼합한 반죽구조에서는 100% 밀가루 반죽구조에서 큰 전분입자들이 선명한 형태로 분포되어 있는 것에 비하여 작은 구형의 전분입자들이 조밀하게 구성되어 있었고, 30% 혼합분 반죽에서는 작은 전분입자들이 더욱 더 많아져서 덩어리진 형태가 서로 혼합되어 있는 모양을 볼 수 있었다. 이러한 현상은 단백질이 CO₂ 가스를 포집할 수 있는 능력을 상실하게 되고 불규칙적인 세포막이 형성되어 공간이 좁은 빵의 내관을 형성하게 하는 원인이 된다(15). 또한 첨가제를 사용한 반죽은 메밀가루 30%를 혼합한 반죽구조와는 다른 형태의 양상을 보여 주었다. 즉 전분입자와 단백질 matrix 상호간의 결합상태가 개선된 듯이 보이고 큰 전분입자와 작은 전분입자가 서로 엉켜있는 상태가 적으며 30% 복합분 반죽구조에 비하여 가스포집력이 좋아 빵의 부피 및 제빵성을 향상시켜

Table 3. Extensograph properties of dough with composite flours

Groups ¹⁾	Extensibility (mm)			Resistance to extension (B.U.)			Area (cm ²)		
	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
WF(100)	182	171	170	450	515	540	122	132	127
WF(90)+BWF(10)	169	168	158	445	465	475	115	128	116
WF(80)+BWF(20)	150	152	146	410	420	465	104	112	109
WF(70)+BWF(30)	138	137	129	320	385	390	98	107	98
WF(70)+BWF(30)+GL	161	168	165	390	430	460	102	123	112
WF(70)+BWF(30)+AA	170	160	162	385	428	455	113	117	110
WF(70)+BWF(30)+HPMC	162	153	148	410	425	490	112	108	100

¹⁾Refer to the legend in Table 1.

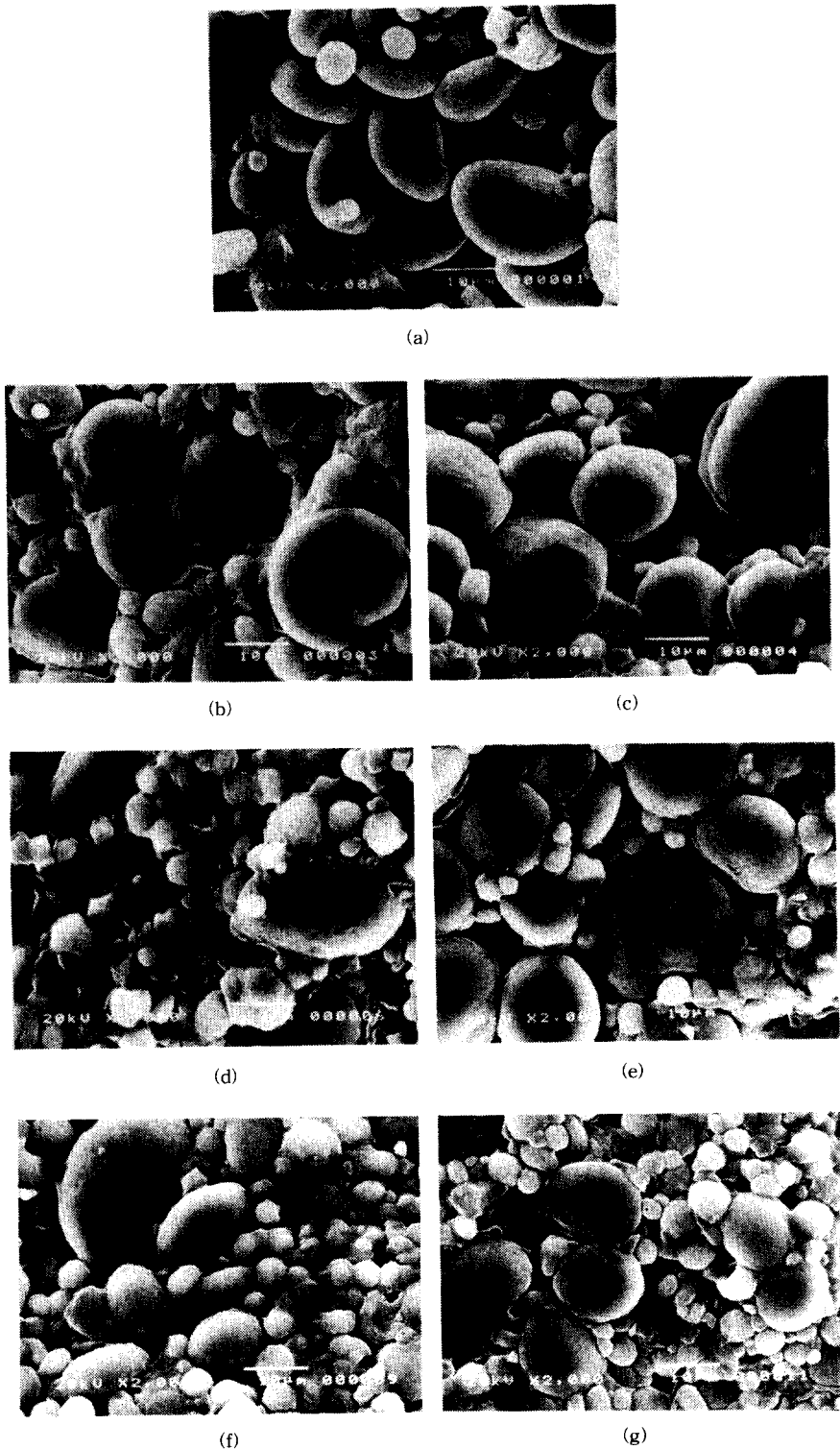


Fig. 1. Scanning electron microscopic structure of doughs.

(A) 100% Wheat flour, (B) 90% Wheat flour+10% Buckwheat flour, (C) 80% Wheat flour+20% Buckwheat flour, (D) 70% Wheat flour+30% Buckwheat flour, (E) 70% Wheat flour+30% Buckwheat flour+Gluten (3 g), (F) 70% Wheat flour+30% Buckwheat flour+Ascorbic acid (100 ppm), (G) 70% Wheat flour+30% Buckwheat flour+Hydroxy propyl methyl cellulose (3 g).

줄 것으로 생각된다. 본 실험에서 사용한 첨가제 중 글루테인이 밀가루 반죽구조와 가장 유사하였으며 HPMC는 기포의 크기도 균일하지 못하고 제빵성에 영향을 주는 큰 전분입자들이 많이 감소하였음을 볼 수 있었다. 이러한 첨가제의 영향은 Ryu(11)의 찰쌀보리가루 혼합분 반죽 구조에서의 관찰과도 일치하였다.

요 약

메밀가루를 이용한 빵을 만들기 위하여 밀가루에 메밀가루를 10, 20, 30%를 혼합한 반죽과 30% 메밀복합분에 글루텐, ascorbic acid 및 HPMC를 혼합한 반죽들의 amylogram, farinogram 및 extensogram의 특성을 측정하였으며 SEM을 이용한 반죽의 구조도 관찰하였다. Amylograph에 의한 호화개시온도, 최고점도 및 최고점도시의 온도는 메밀가루의 첨가량이 많아짐에 따라 증가하였고 글루텐, ascorbic acid 및 HPMC에 의해 감소하는 경향이 있었다. Farinograph에 의한 흡수량은 메밀가루의 첨가량이 많을수록 약간씩 감소하였고 글루텐을 첨가하였을 경우에는 증가하였으나 HPMC에 의해서는 오히려 감소하였다. 반죽형성시간은 메밀가루의 혼합비율이 높을수록 점차 짧아졌고 첨가제에 의해서는 증가하였다. Extensograph에 의한 발효특성은 메밀가루의 첨가량이 많을수록 신장도와 신장에 대한 저항도는 감소하였으나 첨가제 사용에 의해 증가하였으며 특히 글루텐에 의해 신장저항도와 반죽의 강도가 높게 나타났다. 또한 SEM에 의한 반죽의 구조는 메밀가루의 혼합비율이 높아질수록 규칙적인 protein matrix를 형성하지 못하고 구형의 큰 전분입자와 작은 전분입자들이 엉겨서 덩어리진 상태로 혼합되어 있었으며 첨가제에 의해 전분입자와 단백질 matrix 상호간에 결합상태가 개선되었으며 특히 첨가제 중 글루텐은 밀가루 반죽과 유사하였으므로 빵의 부피 및 제빵성을 향상시켜 줄 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 교육부 과학기술 기초 중점 연구 지원에 의해 수행된 연구의 일부이며 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Marston, P.E. and Wannan, T.L. : Bread baking : The transformation from dough to bread. *Baker's Digest*, **50**, 24-28 (1976)
- Pomeranz, Y. : Molecular approach to breadmaking : An update and new perspectives. *Baker's Digest*, **54**, 20-27 (1980)
- Huebner, F.R, and Wall, J.S. : Fractionation and quantitative differences of glutenin from wheat varieties varying in baking quality. *Cereal Chem.*, **53**, 258-269 (1976)
- MacRitchie, F. : Conversion of a weak flour to a strong one by increasing the proportion of its high molecular weight gluten protein. *J. Sci. Food Agric.*, **24**, 1325-1329 (1973)
- Tanaka, K. and Bushuk, W. : Changes in flour proteins during dough-mixing. II. Gel filtration and electrophoresis results. *Cereal Chem.*, **50**, 597-605 (1973)
- Hamada, A.S., McDonald, C.E. and Sibbitt, L.D. : Relationship of protein fractions of spring wheat flour to baking quality. *Cereal Chem.*, **59**, 296-301 (1982)
- Kim, Y.H., Choi, K.S., Son, D.H. and Kim, J.H. : Rheological properties of dough with whole wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 817-823 (1996)
- 송재철, 박현철 : 식품물성학. 울산대학교 출판부, p.161-163, 561-564 (1995)
- Chung, J.Y. and Kim, C.S. : Development of buckwheat bread : 2. Effects of vital wheat gluten and water soluble gums on baking and sensory properties. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **14**, 168-176 (1998)
- Chung, J.Y. and Kim, C.S. : Development of buckwheat bread : 1. Effects of vital gluten and water soluble gums on dough rheological properties. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **14**, 140-147 (1998)
- Ryu, C.H. : Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour. 1. Rheological properties of dough made with waxy barley-wheat flour mixture. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 1034-1043 (1999)
- Kang, M.Y. and Nam, Y.J. : Studies on bread-making quality of colored rice (Suwon 45) flours. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **15**, 37-41 (1999)
- AACC : *Official methods of the AACC* 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N. (1983)
- Pomeranz, Y. : Carbohydrate : Starch. In *Functional properties of food component*. Academic Press, New York, p.64-69 (1985)
- Kwon, H.R. and Ahn, M.S. : A study on rheological and general baking properties of breads and their rusks prepared of various cereal flours (1). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **11**, 479-486 (1995)
- El-Adawy, T.A. : Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. *Food Chem.*, **59**, 7-14 (1997)
- Boycioglu, M.H. and D'Appolonea, B.L. : Characterization and utilization of durum wheat for bread making. 1. Comparison of chemical, rheological and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal Chem.*, **71**, 21-28 (1994)
- Schropp, P., Belitz, H.D., Seilmeier, W. and Wieser, H. : Reoxidation of high molecular weight subunits of glutenin. *Cereal Chem.*, **72**, 53-58 (1995)
- Lindborg, K.M., Tragardh, C., Eliasson, A.C. and Dejmek, P. : Time-resolved shear viscosity of wheat flour doughs-Effect of mixing, shear rate and resting on the viscosity of doughs of different flours. *Cereal Chem.*, **74**, 49-55 (1997)
- Blocksma, A.H. : Thiol and disulfide groups in dough rheology. *Cereal Sci. Today*, **17**, 380-386 (1975)
- Pomeranz, Y., Mayer, D. and Seibel, W. : Wheat, wheat-rye, and rye dough and scanning electron microscopy. *Cereal Chem.*, **61**, 53-59 (1984)