

밀가루의 회분 함량이 냉동 생지 반죽의 물성에 미치는 영향

김석영 · 한재흥¹ · 송 영² · 이시경^{2,*}

한국관광대학 제과제빵과, ¹(주)대한제분 연구소, ²건국대학교 응용생물화학과

(2002년 12월 11일 접수, 2003년 2월 5일 수리)

냉동 생지 제조시 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루로 만든 냉동 생지의 물성에 미치는 영향인 farinogram, amylogram, extensogram을 비교 조사하였고, 냉동 생지의 품질을 결정하는 2차 발효 시간, 빵 제품의 수분 함량, 굽기 손실, 부피 및 경도에 미치는 영향을 -20°C 냉동고에서 제조직후부터 12주까지 저장하면서 비교 조사하였다. 회분 함량이 높은 밀가루의 경우 farinogram에서 흡수율과 약화도는 증가하였고, 반죽 전체의 강력도는 감소하였으며, 회분 함량이 낮은 밀가루의 경우 amylogram에서 반죽의 최고 점도시 온도와 최고 점도가 높게 나타났고, extensogram에서 면적과 저항도가 높게 나타났으며 발효 시간이 증가할수록 신장도는 감소하였고 2차 발효 시간도 가장 짧게 나타났다. 회분 함량이 높은 밀가루로 제조한 빵 제품의 수분 함량이 높게 나타났고 굽기 손실은 낮게 나타났으며 저장 기간에 따른 빵 제품의 경도 변화는 서서히 증가한 반면 회분 함량이 낮은 밀가루로 제조한 빵 제품의 부피가 가장 크게 나타났으며 경도는 낮게 나타났다. 냉동 저장 기간은 짧을수록 제품에 좋은 영향을 미치며 4주 이하가 가장 양호한 것으로 나타났다.

Key words: 밀가루, 냉동 생지, 회분 함량, farinogram, amylogram, extensogram, 경도

서 론

냉동생지는 1945년 미국에서 시작하여 1960년대 들어서 현저히 증가하였으며, 최근 빵 생지를 성형·냉동하여 보존하고 필요시에 해동하여 2차 발효 후 굽기를 하는 냉동 생지 제빵법이 일부 이용되고 있다.

냉동 생지 이용의 장점으로는 신선한 제품을 소비자에게 공급하기 위한 심야 조기 작업의 경감, 다품종 소량 생산을 위한 작업의 효율성, 원재료의 대량 구입으로 인한 재료비 절감 등을 들 수 있다. 또한 오븐 후레쉬 베이커리의 설비와 장소를 경감시킬 수 있으며, 숙련 노동력을 줄이고 휴일 증가에 대응할 수 있다는 것이다. 이러한 이유 등으로 인하여 현재 제빵산업의 새로운 분야로 각광 받고 있다. 반면에 냉동 생지 이용의 단점으로는 효모의 동결 장애에 의한 가스 발생력의 저하, 생지 동결 손상에 의한 가스 보유력의 저하, 동결 저장 경비의 증가 등을 들 수 있다.^{1,4)}

Matsumoto²⁾는 동결전 발효 시간이 길면 길수록 저장 기간동안에 가스 발생이 떨어지는 현상에 주의할 필요가 있다고 하였다. 또한 Inoue 등³⁾은 냉동 생지 제빵법에서 생지의 약화는 생지중의 CO₂ 발생과 동결시 얼음 결정의 생성에 의한 상승 작용의 원인으로 생지 가스 보유력이 현저히 떨어진다고 보고하고 있다. 따라서 지금까지 냉동 생지⁶⁾ 제조는 동결 전 발효를 최소한으로 하여 가스 발생력 및 가스 보유력을 유지하고, 효모의 활성을 억제하기 위하여 생지 온도는 저온으로 하고 성형 전 발효 시간은 최소한으로 하여 동결 저장에 의한 제빵성이

떨어지는 현상을 최소한으로 하기 위해 노타임법(No-time method)^{1,7)}으로 만들어져 왔다. 이에 따라 빵 생지의 숙성, 향 생성, 효모 활성의 증가 등 발효에 의해 진행되는 여러 가지 효과를 동결 전에 보완할 필요가 있다고 보고하였다.^{2,8-10)} 따라서 냉동 생지¹¹⁾ 제빵법도 보통의 제빵법과 같이 동등한 풍미와 식감의 제품을 만들고 싶어하며, 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 일반적인 제빵법 보다는 다량의 산화제 및 유화제를 사용할 필요가 있다.⁶⁾ 또한 냉동 생지의 품질¹²⁾을 유지하기 위한 중요한 요소는 효모의 가스 발생력 및 생지의 냉동에 의해 기포 조직이 거칠게 되어 촉감이 현저히 떨어지게 되는 것을 방지하는데 있는데, 이 원인은 밀가루 단백질의 변성과 동결 효모에서 용출되어 나온 환원 물질인 glutathione이라 생각된다고 보고하였다.^{2,13,14)} Hiroaki 등¹⁵⁾은 장기 냉동 보존한 냉동 생지에서 얻은 식빵은 노화가 빠르고 비용적이 떨어지며 내상이 거칠어지는 현상이 일어나는데, 이러한 현상은 장기간 냉동 보존으로 인한 효모의 냉동 장애, 생지 구조의 변화 때문이라고 하였다. 또한 Szczesniak¹⁶⁾과 Bloksma¹⁷⁾는 효모 발효 냉동 생지는 매우 복잡하고, 시간에 따른 부피와 물리적 변화 때문에 어려움이 많다고 보고하였다. Neyreneuf와 Van Der Plaet¹⁸⁾는 단백질 조성이 다른 두 가지(11.1%와 12.8%) 밀가루로 만든 프랑스빵의 안정도를 비교한 결과 단백질 함량이 높은 밀가루의 반죽은 단백질 함량이 낮은 밀가루의 반죽 보다 높은 안정도를 보였다고 보고하였고, Inoue 등¹⁹⁾은 단백질 조성(13.7%-14.4%) 이 다른 밀가루 4종류를 파리노그램과 익스텐소그램을 측정할 결과 밀가루 단백질이 품질에 영향을 미친다고 보고하였다. Räsänen 등²⁰⁾은 단백질(11.35%-17.29%) 조성이 다른 밀가루로 만든 냉동 생지의 구조를 현미경을 통한 미시적(微視的) 관찰과 물성 측정 결과, 생지의 냉동과 해동 시간이 2차 발효 시간 동안의 안전성에 큰 영향을 미친다고 보고하였다. 또한

*연락처

Phone: 82-2-450-3759, Fax: 82-2-456-7183
E-mail: lesikyung@kkucc.konkuk.ac.kr

Fujiyama¹⁰⁾는 빵용 밀가루의 회분함량은 일반적으로 0.42-0.50%로 밀가루의 등급과 정제도를 나타내는 척도로 사용된다고 하였으나, 이와 같이 밀가루가 냉동 생지에 미치는 영향의 보고는 있으나 밀가루의 회분 함량이 냉동 생지의 물성에 미치는 영향에 대하여는 아직 보고가 되지 않았다.

이에 본 연구에서는 냉동 생지에 사용하고 있는 밀가루의 회분 함량을 달리하여, 파리노그램, 아밀로그래프, 익스텐소그래프를 통한 반죽의 물리적 특성을 조사하고, 냉동 생지의 저장 기간에 따른 생지의 2차 발효 변화, 냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 수분 함량 변화, 굽기 손실의 변화, 빵 제품의 부피 변화, 빵 제품의 경도 변화 및 빵 제품의 상온에서 저장 중 경도 변화를 조사하여 밀가루의 회분 함량이 냉동 생지의 특성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료. 밀가루는 같은 밀(Dark Northern Spring 80%, No. 1 Canada Western 20%)을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 (주)대한제분에서 생산된 3종류(HAF, MAF, LAF)를 사용하였다. 본 연구에서 사용한 밀가루의 특성은 회분 함량 0.453%, 단백질 함량 12.44%를 HAF(High Ash content of Flour)로, 회분 함량 0.427%, 단백질 함량 12.62%를 MAF(Medium Ash content of Flour)로, 회분 함량 0.410%, 단백질 함량 12.39%를 LAF(Low Ash content of Flour)로 표시하였다. 효모는 (주)오뚜기의 생효모, 식염은 (주)한주의 정제염, 설탕은 (주)제일 제당의 정백당, 분유는 탈지분유로 서울우유협동조합 제품, 쇼트닝은 (주)웰가 제품을 사용하였다. 또한 냉동 생지 개량제는 Olympia frost(Boehringer Backmittel GmbH & Co. KG, Bingen, Germany)를 사용하였다.

Farinograph 측정. 파리노그램(M81044, Brabender Co. Ltd., Duisburg, Germany) 측정은 AACC 방법(54-21)에 따라 300 g의 밀가루를 사용하고 믹싱 보울의 온도가 $30 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 로 유지하도록 하였다. 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500 ± 10 BU (Brabender units)에 도달할 때 까지 흡수량을 조절하였다. 파리노그램으로부터 흡수율(Water absorption), 반죽 시간(Development time), 반죽의 안정도(Stability), 반죽의 탄력도(Elasticity), 반죽의 약화도(Weakness), 반죽의 전체 강력도(Valorimeter Value) 등의 값을 3회 측정하여 그 평균값과 표준편차를 사용하였다.²¹⁾

Amylograph 측정. 시료의 아밀로그래프의 특성은 AACC 방법(22-10)에 따라 아밀로그래프(ASG-6, Brabender Co. Ltd., Duisburg, Germany)를 사용하여 65 g의 시료를 450 ml 증류수에 현탁시켜서 보울에 넣고 보울의 회전 속도를 75 rpm으로 조정했다. 현탁액은 1분간 1.5°C 의 비율로 30°C 에서 95°C 까지 가열시키면서 paste의 호화개시온도(Gelatinization temperature), 최고 점도시 온도(Maximum viscosity temperature), 최고점도(Maximum viscosity) 등의 값을 3회 측정하여 그 평균값과 표준편차를 사용하였다.²¹⁾

Extensograph 측정. 익스텐소그래프(EXEK/7, Brabender Co. Ltd., Duisburg, Germany)는 AACC 방법(54-10)에 따라

Table 1. Frozen dough formula

Ingredient	Flour basis (%)
Bread Flour	100.0
Water	59.0
Yeast(Compressed)	5.5
Frozen dough conditioner	2.0
Salt	2.0
Sucrose	6.0
Non-fat dry milk	3.0
Shortening, nonemulsified	4.0

300 g의 밀가루와 6g의 소금을 사용하였고 물의 양은 파리노그래프 흡수량보다 2% 적게 하였다. 3분 동안 반죽을 한 다음 5분간 방치하고 다시 2분간 반죽을 하면서 파리노그래프의 중심이 500 BU에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. 반죽이 끝난 다음 150 ± 0.1 g으로 분할한 후 라운더에서 20번 둥글리기 하고 원통형으로 성형하여 30°C 항온조에서 45분간 방치하고 1차 측정이 끝난 후 다시 30°C 에서 45분간 방치하고 2차 측정을 하였다. 이와 같은 방법으로 45분, 90분, 135분까지 반복 측정을 실시하였다. 밀가루의 힘을 나타내는 면적(Area), 신장도에 대한 저항도(Resistance)는 5 cm 높이(BU)로, 그리고 신장도(Extensibility)는 커브의 전체 길이(mm)로 3회 측정하여 그 평균값과 표준편차를 사용하였다.²¹⁾

빵 제조 및 2차 발효 시간 측정. 배합률은 Table 1과 같으며 제조 방법은 Karel 등의 방법을 수정한 노트타임법(No-time method)을 사용하였다.⁷⁾ 제조 공정은 배합기(Model HZ, Hobart Co. Ltd., USA)로 발전 단계까지 혼합하여 생지 온도를 20°C , floor time은 0-10분, 생지 무게는 190 g으로 분할하여 -35°C 에서 30분간 급속 냉동기(Model 2611-47-R36 spiro-freeze, Freezing system Inc., USA)로 냉동 후 폴리비닐 포장지로 포장하여 -20°C 냉동고(Model CRF-1042D, Freezer & Refrigerator, Samsung, Korea)에 보관 후 사용하였다. 공정에 따라 상온에서 생지 온도를 20°C 까지 해동 후 식빵틀에 190 g \times 4개씩 팬닝하여 온도 38°C , 습도 85%의 발효기(dough conditioner, 성동기업사, 한국)로 2차 발효 후, 200°C 오븐(Model EPK-32-2, Fujisawa, Japan)에서 약 30분간 구워 상온에서 1시간 냉각 후 가로 100 mm 세로 100 mm 두께 35 mm 로 잘라 사용하였다.

수분 함량 및 부피 측정. 제품의 수분 함량은 수분 분석기(Model MB45, Moisture Balance, Ohaus Co. Ltd., USA)를 사용하여 105°C 에서 30분간 건조시키는 방법으로 3회 측정하고 그 평균값을 사용하였다. 제품의 부피 측정은 굽기 1시간 후에 유체씨를 사용한 종자 치환법으로 3회 반복 측정하여 제품의 부피를 굽기 후 중량으로 나눈 값인 비용적²²⁾과 표준편차를 사용하였다.

경도 측정. 경도 측정은 Rheometer(Model CR-200D, Sun Rheo meter Co. Ltd., Japan)에 직경이 40 mm인 adaptor를 사용하여, adaptor 진입 거리를 10 mm, 감지 센서의 최대 값을 4 kg으로 고정시킨 후, 2회 반복 측정하여 실측치를 얻었다. Rheometer로 maximum weight, distance를 측정하여 strength를

Table 2. Farinographic characteristics of flour with different ash content

	Bread flour		
	HAF	MAF	LAF
Water absorption (%)	67.30 ± 0.57 ^{a)}	65.55 ± 0.34	64.50 ± 0.50
Development time (min)	2.5 ± 0.13	3.0 ± 0.11	3.0 ± 0.16
Stability (min)	20 ± 0.18	20 ± 0.17	20 ± 0.11
Elasticity (BU)	120 ± 2.92	120 ± 2.41	120 ± 2.68
Weakness (BU)	45 ± 1.42	40 ± 1.61	25 ± 1.31
Valorimeter value (units)	59 ± 0.81	62 ± 0.92	65 ± 0.72

HAF=High ash content of flour, MAF=Medium ash content of flour, LAF=Low ash content of flour.

^{a)}Mean ± S.D. based on 3 samples.

Table 3. Amylographic characteristics of flour with different ash content

	Bread flour		
	HAF	MAF	LAF
Gelatinization temperature (°C)	59.0 ± 0.52 ^{a)}	59.0 ± 0.59	59.0 ± 0.67
Maximum viscosity temperature (°C)	91.0 ± 0.60	89.5 ± 0.86	92.0 ± 0.88
Maximum viscosity (BU)	640 ± 2.97	695 ± 2.65	745 ± 2.47

HAF=High ash content of flour, MAF=Medium ash content of flour, LAF=Low ash content of flour.

^{a)}Mean ± S.D. based on 3 samples.

계산하고 경도를 구하였다. 각 시료를 10 반복으로 하여 오차 범위가 가장 큰 상하 값을 제외하고 계산한 평균값과 표준편차를 사용하였다.

결과 및 고찰

Farinogram 특성. 밀가루의 회분 함량 변화에 따른 파리노그램 값의 변화는 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 파리노그램에서 회분 함량이 많을수록 반죽의 흡수율은 높았으며, 밀가루 종류에 따른 반죽의 약화도는 밀가루의 회분 함량이 낮을수록 감소하였다. 반죽 전체의 강력도는 회분 함량이 낮을수록 증가하였다. 그러나 반죽의 안정도와 반죽의 탄력도는 밀가루의 회분 함량에 따른 변화가 나타나지 않았다. Inoue 등¹⁹⁾은 단백질 함량과 회분 함량이 각각 다른 밀가루 반죽의 파리노그램에서 회분 함량이 많을수록 반죽의 흡수율과 반죽 시간은 감소하였다고 보고하였는데 본 연구와는 상반되었다. 이는 본 연구에서 사용된 밀가루의 단백질 함량과 회분 함량의 차이에서 나타나는 결과로 생각된다. 또한 Nam 등²³⁾은 파리노그램에서 단백질 함량 10.76-13.85%, 회분 함량 0.47-0.71%인 국내산 밀 6종류와 Dark northern spring wheat (DNS)로 만든 밀가루 반죽의 강력도와 약화도를 측정할 결과, 밀가루의 강력도는 46-70 V.V, 약화도는 50-130 BU로 보고하였는데 이 실험에서 밀의 품종에 따라 강력도와 약화도의 차이가 많은 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서와 같이 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루의 경우 회분 함량이 낮은 밀가루의 파리노그램에서 약화도는 감소하고 강력도가 증가한 것은 밀가루의 회분 함량이 파리노그램 특성에 영향을 주는 것으로 생각된다.

Amylogram 특성. 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루의 아밀로그래프 특성의 변화는 Table 3과 같다. 아

밀로그래프에서는 최고 점도시 온도와 최고 점도가 회분 함량이 낮은 LAF에서 가장 높게 나타났으며 호화 개시 온도는 회분 함량에 따른 변화가 나타나지 않았다. Cho 등²⁴⁾은 밀배유 중심부로 갈수록 단백질 함량은 적으나 단백질 품질이 좋고, 회분 함량과 효소양이 적다고 하였는데, 밀가루의 회분 함량이 낮을수록 최고 점도가 증가한 것은 효소양이 적다는 것을 의미하는 것으로서 본 연구와 일치하였다. 또한 일반적으로 밀가루 단백질 중 글루텐 단백질이 85% 함유하고 있으나 본 연구에서 사용한 밀가루의 회분 함량이 적을수록 밀가루 단백질 중 글루텐 단백질 함량이 많아서 품질이 좋은 것으로 생각된다. 한편 Tipples²⁵⁾는 α -amylase 활성이 빵 반죽에서 특히 중요한 역할을 하며 α -amylase 활성이 너무 커서 최고점도 값이 낮으면 빵 속 결이 질고 끈적이는 식감을 나타내며, 반대로 너무 적은 활성으로 최고 점도가 너무 높으면 효모 발효에 필요한 전분 분해에 의한 당이 부족하여 발효 상태가 나쁘고 빵 속이 건조하고 거칠게 된다고 보고하였다. 또한 Kim²⁶⁾은 아밀로그래프의 특성은 밀가루 호화 과정 중의 전분 입자의 팽윤과 관련한 점도 변화를 나타내는 것으로 밀가루의 종류와 효소에 의해 크게 영향을 받는다고 하였다.

Extensogram 특성. 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루의 익스텐소그램의 특성값 및 R/E 값은 Table 4와 같다. Table 4에서 보는 바와 같이 밀가루의 회분 함량에 따라 밀가루의 힘을 나타내는 면적과 저항도는 발효 시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 회분 함량이 낮을수록 크게 나타났다. 한편 신장도는 발효 시간의 경과에 따라 HAF, MAF, LAF 모두 감소하였고, 이에 따라 R/E는 발효 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 이러한 결과는 밀가루 반죽은 발효에 의하여 신장도가 감소한다는 Hosney 등²⁷⁾의 보고와 일치하였으며, 이상의 실험에서 같은 밀로 제분하여 회분 함량을 달린 밀가루 반죽의 발효에 대한 저항성과 신장성의 변화는 반죽의 발효 시

Table 4. Extensographic characteristics of bread flour with different ash content

Flour	Area (cm ²)			Resistance (BU)			Extensibility (mm)			R/E ratio		
	45 ^{a)}	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
HAF	110.8±1.98 ^{b)}	122.9±1.63	134.0±1.74	525±1.69	660±2.71	715±2.75	163±1.50	150±1.39	147±1.61	3.22±0.10	4.40±0.14	4.86±0.10
MAF	128.4±1.91	132.6±1.24	148.8±1.55	585±1.99	745±2.08	835±2.76	169±1.75	137±1.56	140±1.98	3.46±0.13	5.40±0.10	5.96±0.10
LAF	121.6±1.35	156.5±0.82	168.4±1.36	575±1.23	745±2.52	855±2.76	164±1.58	160±1.52	154±1.69	3.51±0.13	4.66±0.10	5.55±0.10

HAF=High ash content of flour, MAF=Medium ash content of flour, LAF=Low ash content of flour.

^{a)}Mean is min.

^{b)}Mean ± S.D. based on 3 samples.

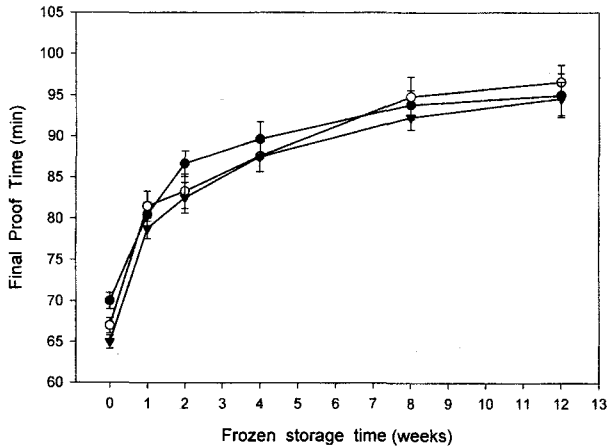


Fig. 1. Effect of ash content in flour on final proof time of dough with storage time. ●-●: HAF=High ash content of flour, ○-○: MAF=Medium ash content of flour, ▼-▼: LAF=Low ash content of flour.

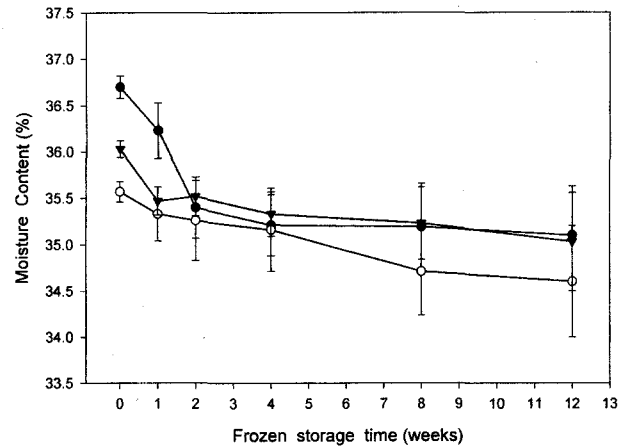


Fig. 2. Effect of ash content in flour on moisture content of bread with storage time. ●-●: HAF=High ash content of flour, ○-○: MAF=Medium ash content of flour, ▼-▼: LAF=Low ash content of flour.

간이 길어짐에 따라 일어나는 변화라고 할 수 있다.

냉동 생지의 저장 기간에 따른 생지의 2차 발효 변화. 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루로 만든 냉동 생지를 제조 직후부터 12주까지 -20°C에서 냉동 저장하면서, 냉동 생지의 저장 기간에 따른 생지 해동 후 2차 발효 시간에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 제조 직후부터 12주 동안 저장한 냉동 생지를 해동 시킨 후의 2차 발효 시간은 각 시료 모두 냉동 저장 기간이 증가함에 따라 길어졌으며 LAF가 2차 발효 시간이 가장 짧게 나타났다. 각 시료에서 표준편차는 5% 내외였다. Cho 등²⁴⁾은 회분 함량이 낮으면 단백질 품질이 좋다고 하였는데 이는 본 연구에서 회분 함량이 낮을수록 파리노그램에서 반축의 전체 강력도가 증가한 것과 아밀로그래프에서 최고 점도가 증가한 것과 익스텐소그램에서 발효 시간이 증가할수록 면적이 크게 나타난 것과 같이, 같은 단백질 함량에서 회분 함량이 낮을수록 품질이 좋은 단백질을 함유하고 있다고 생각된다. 따라서 본 실험에서와 같이 빵 제조시에 회분이 낮은 밀가루를 이용하는 것이 효모가 생성한 CO₂ 가스를 포집하는 능력이 우수하기 때문에 2차 발효 시간 또한 가장 짧게 나타난 것으로 생각된다. 한편 Räsänen 등²⁰⁾은 냉동 생지의 냉동 저장 기간이 증가할수록 2차 발효 시간이 증가한다고 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치하였다.

냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 수분 함량의 변화. 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루로 만든 냉동 생지를 제조

직후부터 12주까지 -20°C에서 냉동 저장하면서, 냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 수분 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 제조 직후부터 12주까지 저장한 냉동 생지로 제조한 제품의 수분 함량의 변화는 냉동 저장 기간이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 회분 함량의 높고 낮음에 따른 제품의 수분 함량의 큰 차이는 보이지 않았으나, MAF가 수분 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 Table 4의 익스텐소그램에서 발효 시간이 경과함에 따라 MAF의 신장도 값이 가장 낮게 나타난 것과 관계가 있는 것으로 생각된다. 각 시료에서 표준편차는 3% 내외였다. Gélinas 등²⁸⁾은 냉동 생지의 저장 기간이 증가할수록 제품의 수분 함량이 감소하는 것으로 보고하였으며, Pence 등²⁹⁾도 생지의 냉동 저장 기간이 증가할수록 제품의 수분 손실이 일어난다고 보고하여 본 실험의 결과와 일치하였다.

냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 부피 변화. 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루로 만든 냉동 생지를 제조 직후부터 12주까지 -20°C에서 냉동 저장하면서, 냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 부피에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 제조 직후부터 12주까지 저장한 냉동 생지 제품의 비용적의 변화는 냉동 저장 기간이 증가함에 따라 각 시료 모두 감소하는 것으로 나타났으며, LAF를 이용하여 만든 빵 제품의 부피가 가장 크게 나타났다. 각 시료에서 표준편차는 4% 내외였다. 밀가루의 회분 함량이 낮

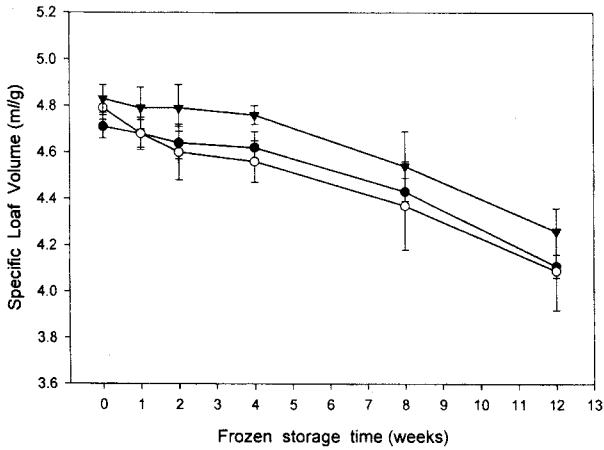


Fig. 3. Effect of ash content in flour on the specific loaf volume of bread with frozen storage time. ●-●: HAF=High ash content of flour, ○-○: MAF=Medium ash content of flour, ▼-▼: LAF=Low ash content of flour.

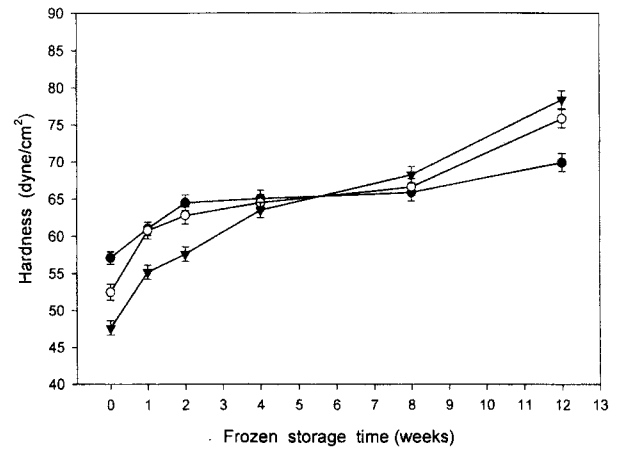


Fig. 4. Effect of ash content in flour on the hardness of bread with storage time. ●-●: HAF=High ash content of flour, ○-○: MAF=Medium ash content of flour, ▼-▼: LAF=Low ash content of flour.

을수록 제품의 비용적이 크게 나타나 같은 밀로 제분한 밀가루에서 회분 함량이 낮을수록 단백질 품질이 좋다는 것을 의미한다고 생각한다. 또한 비용적인 냉동 저장 기간 4주 이후에는 3종류 모두 부피가 급격히 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 냉동 생지의 냉동 저장 기간이 12주로 만든 제품은 3종류 모두 비용적이 4.3 ml/g 이하로 나타났고, 표준편차 역시 냉동 제조직후 제품에 비하여 컸다. Räsänen 등^{20,30)}은 냉동 생지 저장에서 반죽 수준을 나타내는 그래프(maturogram)로 부피를 측정 한 결과 1주일 이후부터는 부피가 감소하는 것으로 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 일치하였다. 또한 Lee 등³¹⁾의 냉동 생지 제조시 검류를 첨가한 실험 결과 4주에 부피의 감소

가 있었다는 결과와도 일치하였다.

냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 경도 변화. 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루로 만든 냉동 생지를 제조직후부터 12주까지 -20°C에서 냉동 저장하면서, 냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 경도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 제조직후부터 12주 동안 저장한 냉동 생지 제품의 경도의 변화는 냉동 저장 기간이 증가함에 따라 각 시료 모두 증가하는 것으로 나타났으며, 냉동 저장 기간에 따라 회분 함량이 다른 밀가루를 이용하여 만든 빵 제품의 경도 변화에서 HAF는 서서히 증가하는 반면 LAF는 급격히 증가하였다. 또한 냉동 저장 기간이 4주 이하에서 만든 빵

Table 5. Changes of the hardness of bread made by different dough after different frozen time with storage time (Unit: dyne/cm²)

Frozen time of dough (weeks)		Storage time (days)			
		1	3	5	7
0	HAF	57.09 ± 0.84 ^{a)}	69.80 ± 1.04	74.20 ± 1.45	88.30 ± 1.89
	MAF	52.47 ± 1.09	80.00 ± 1.21	87.70 ± 1.69	92.10 ± 1.95
	LAF	47.64 ± 1.00	64.00 ± 1.20	78.00 ± 1.60	84.40 ± 2.01
1	HAF	61.00 ± 1.01	74.60 ± 1.24	94.10 ± 1.52	108.40 ± 1.63
	MAF	62.90 ± 1.16	87.60 ± 1.29	109.80 ± 1.70	123.10 ± 2.01
	LAF	58.00 ± 1.10	66.00 ± 1.30	88.00 ± 1.60	98.00 ± 2.10
2	HAF	65.80 ± 1.08	89.20 ± 1.32	115.00 ± 1.65	124.10 ± 1.99
	MAF	69.80 ± 1.24	94.00 ± 1.32	112.3 ± 1.78	127.80 ± 2.02
	LAF	64.00 ± 1.10	80.00 ± 1.40	98.00 ± 1.70	108.00 ± 2.00
4	HAF	67.10 ± 1.12	92.10 ± 1.41	128.90 ± 1.72	132.10 ± 2.21
	MAF	71.50 ± 1.23	92.30 ± 1.42	115.80 ± 1.79	124.6 ± 2.10
	LAF	69.30 ± 1.18	83.60 ± 1.50	104.80 ± 1.83	125.7 ± 2.20
8	HAF	69.30 ± 1.28	93.10 ± 1.89	128.90 ± 2.05	133.10 ± 2.98
	MAF	72.90 ± 1.54	98.60 ± 1.99	121.6 ± 2.01	139.20 ± 2.78
	LAF	71.50 ± 1.45	87.90 ± 1.69	109.50 ± 1.99	128.30 ± 2.24
12	HAF	92.30 ± 2.51	127.80 ± 3.04	158.50 ± 3.55	177.70 ± 4.08
	MAF	106.40 ± 2.89	129.90 ± 3.29	160.20 ± 3.78	169.70 ± 4.05
	LAF	89.00 ± 2.35	107.30 ± 3.05	128.10 ± 3.45	147.50 ± 3.99

HAF=High ash content of flour, MAF=Medium ash content of flour, LAF=Low ash content of flour.

^{a)}Mean ± S.D. based on 8 sample.

제품의 경도는 LAF가 가장 낮게 나타났고, 8주 이후부터는 HAF가 가장 낮게 나타났다. 각 시료에서 표준편차는 5% 내외였다. Tipples²⁵⁾는 밀가루의 α -amylase 활성이 너무 커서 최고 점도 값이 너무 낮으면 질고 끈적끈적한 식감을 나타낸다고 보고하였는데, 본 연구에서도 회분 함량이 높은 HAF의 경도 변화는 냉동 저장기간이 4주까지 높게 나타났다. 이것은 효소 함량이 많아 α -amylase 활성이 커서 경도 변화가 높게 나타난 것으로 생각되며, HAF가 8주 이후부터 다른 2종류보다 경도 변화가 낮게 나타난 것은 냉동 생지를 냉동 보관하는 동안에 효소의 활성이 감소된 것으로 생각된다. 따라서 밀가루의 회분 함량에 따라 효소양이 변화²⁴⁾되므로 밀가루의 회분 함량이 경도 변화에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 이러한 결과로 미루어 보아 냉동 저장 기간을 4주 이하로 하여 만든 냉동 생지의 경우는 회분 함량이 낮은 밀가루를 사용하는 것이 냉동 생지를 이용한 제품의 경도가 양호할 것으로 생각된다.

냉동 생지의 저장 기간에 따른 빵 제품의 상온에서 저장 중 경도 변화. 같은 밀을 이용해 회분 함량을 달리하여 제분한 밀가루로 만든 냉동 생지를 제조직후부터 12주까지 -20°C 에서 냉동 저장하면서, 냉동 생지의 저장 기간을 달리하여 만든 빵 제품을 상온에서 각각 1일, 3일, 5일, 7일간 보관하면서 제품의 경도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 각 시료 모두 -20°C 에서 냉동 저장 기간이 증가하고 상온에서 보관 기간이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났으며, 냉동 생지를 -35°C 냉동고에서 냉동 제조 직후 만든 빵 제품을 상온에서 7일간 보관한 경도와 12주간 냉동 저장하여 만든 빵 제품을 상온에서 1일간 보관한 경도는 비슷하게 나타났다. 또한 LAF로 만든 빵 제품이 상온에서 보관되면서 경도에 미치는 영향은 HAF, MAF 보다 낮게 나타났으며, 각 시료에서 표준편차는 5% 내외였다. 한편 Boyacioglu 등³²⁾은 듀럼(Durum) 밀가루와 강력분에 비타민 C와 SSL을 첨가하는 등 10 종류의 밀가루로 만든 빵을 2시간부터 4일까지 경도를 측정 비교한 결과 보관 기간이 증가할수록 경도가 증가하였다고 보고하였고, 듀럼(Durum) 밀가루의 경우는 1.57 N(newtons unit)에서 4.59 N로 증가하였다고 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치하였다. 또한 Hiroaki 등¹⁵⁾도 장기 냉동 보존한 냉동 생지로 만든 식빵은 노화가 빠르다고 보고하였으며 본 실험의 결과와 일치하는 경향이었다.

문 헌

1. Yasuo, T. (1981) Freezing injury of baker's yeast in frozen dough. *Nippon Shokuhin Kogyo gakkaiishi*. **28**, 100-111.
2. Matsumoto, H. (1980) In *Baking science & technology* Japan International Baking School, Tokyo, Japan. pp. 38-40.
3. Davis, B. and Rogers, D. E. (1980) Quality preservation in frozen rolls. *Baker's Digest* **54**, 10-14.
4. Davis, E. W. (1981) Shelf-life studies on frozen dough. *Baker's Digest* **55**, 12-17.
5. Inoue Y. and Bushuk, W. (1991) Studies on frozen doughs. I. Effects of frozen storage and freeze-thaw cycles on baking and rheological properties. *Cereal Chem.* **68**, 627-631.
6. Inoue, Y. (1994) Theory of frozen dough (II). Improvement of retain gas and the effect of oxidation. *Pain* **41**, 39-41.
7. Karel, K., Kaus, L. and Juergen, B. (1995) In *Frozen & refrigerated dough and batters*. Published by the American Association of Cereal Chemists, Inc. Minnesota, USA. pp. 136.
8. Nakae, K. (1983) In *Baking chemistry* Pan News Co. LTD., Tokyo, Japan. pp. 120-138.
9. Fujiyama, Y. (1984) In *Baking science & technology* Japan International Baking School, Tokyo, Japan. pp. 48-67.
10. Fujiyama, Y. (1984) In *The ingredients of baking* Japan International Baking School, Tokyo, Japan. pp. 1-44.
11. Matsumoto, H. (1997) The expansion, extensibility, and spread of dough. *Pain* **44**, 41-47.
12. Kato, Y. (1996) The ingredients of baking. Frozen dough (IV). *Pain* **43**, 47-51.
13. Matsumoto, H. (1991) The glutathione story (I). *Pain* **38**, 43-45.
14. Matsumoto, H. (1997) The expansion, extensibility, and spread of dough (III). *Pain* **44**, 46-49.
15. Hiroaki, Y., Yasuniri, I., Kanenoro, T., Norio, I., Takeo S. and Takeshi, T. (1999) A kinetic study on staling of white bread made by frozen dough method. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* **46**, 212-219.
16. Szczesniak, A. S. (1998) Applying rheology to dough and baked goods. *Cereal Foods World* **33**, 841-843.
17. Bloksma, A. H. (1990) Dough structure. Dough rheology and baking quality. *Cereal Foods World* **35**, 237-244.
18. Neyreneuf, O. and Van Der Plaet, J. B. (1991) Preparation of frozen french bread dough with improved stability. *Cereal Chem.* **68**, 60-66.
19. Inoue, Y. and Bushuk, W. (1992) Studies on frozen doughs II. Flour quality requirements for bread production from frozen dough. *Cereal Chem.* **69**, 423-428.
20. Räsänen, J., Laurikainen, T. and Autio, K. (1995) Freeze-thaw stability of prefermented frozen lean wheat doughs: Effect of flour quality and fermentation time. *Cereal Chem.* **72**, 637-642.
21. American Association of Cereal Chemists (1991) In *Approved methods of the American association of cereal chemists* Minnesota, USA. 08-01, 22-10, 54-10, 54-21.
22. Fujiyama, Y. (1981) In *The method of experiment* Japan International Baking School, Tokyo, Japan. pp. 3.
23. Nam, J. K. and Han, Y. S. (2000) Bread-making properties of domestic wheats cultivars. *Kor. J. Soc. Food Sci.* **16**, 1-8.
24. Cho, N. J., Kim, Y. H., Kim, S. M., Do, J. J., Bae, S. H., Shin, Y. H., Sim, C. H., Lee, M. H., Jeong, S. T., Cha, Y. J. and Hwang, Y. K. (2000) In *The ingredients of baking* B&C world, Seoul, Korea. pp. 53-86.
25. Tipples, K. H. (1995) In *The amylograph handbook: Uses and applications* American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA. pp. 12-24.
26. Kim, S. K. (1979) Physicochemical studies on the hard and soft wheat flours. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **11**, 13-17.
27. Hosney, R. C., Hsu, K. H. and Junge, R. C. (1979) A simple spread test to measure the rheological properties of fermentation dough. *Cereal Chem.* **56**, 141-148.
28. Gëlinas, P., Deaudelin, I. and Grenier, M. (1995) Frozen Dough: Effects of dough shape, water content, and sheeting-

- molding conditions. *Cereal Foods World* bold, 124-126.
29. Pence, J., Lubisich, T. M., Mecham, D. K. and Smith, G. S. (1955) Effect of temperature and air velocity on rate of freezing of commercial bread. *Food Technol.* **9**, 342.
30. Räsänen, J., Laurikainen, T. and Autio. K. (1997) Fermentation stability and pore size distribution of frozen prefermented lean wheat doughs. *Cereal Chem.* **74**, 56-62.
31. Lee, J. M., Lee, M. K., Lee, S. K., Cho, N. J., Cha, W. J. and Park, J. K. (2000) Effect of gums on the characteristics of the dough in making frozen dough. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **32**, 604-609.
32. Boyacioglu, M. H. and D'Appolonia, B. L. (1994) Characterization and utilization of Durum wheat for Breadmaking III. Staling properties of bread baked from bread wheat flours and Durum wheat flour. *Cereal chem.* **71**, 34-41.

The Effects of the Ash Content in Flour on the Rheological Properties of Frozen Dough

Seok-Young Kim, Jae-Heung Han¹, Young Song² and Si-Kyung Lee^{2,*} (*Department of Baking Technology, Korea Tourism College, ¹Daehan Flour Mills Co. Ltd, Seoul Korea, ²Department of Applied Biology & Chemistry, Konkuk University*)

Abstract: This study was conducted to investigate the effect of ash contents of bread flour on the rheology of frozen dough in making frozen dough by measuring amylograph, farinograph and extensograph. The quality of frozen-stored dough under freezing condition (-20°C, 12 weeks) was evaluated by measuring final proof time, moisture content, baking loss, loaf volume and hardness of bread with storage time. In bread flour with high ash content farinogram showed that water absorption, degree of softening increased but valorimeter value decreased. In bread flour with low ash content amylogram showed that gelatinization temperature and maximum viscosity increased and extensogram showed that the area and resistance of the bread flour increased. As the proof time increased the extensibility decreased. Final proof time of frozen dough was shortened at the bread flour with low ash content with storage time. In bread using the flour with high ash content, moisture content, increased but baking loss rate decreased while the hardness of product increased slowly with time. But in bread using the flour with low ash content, the loaf volume of baking increased but the hardness of product decreased. As the frozen storage time was shortened, the product was more stable and better in quality.

Key words: bread flour, frozen dough, ash content, farinogram, amylogram, extensogram, hardness

*Corresponding author