

## 냉동생지 제조시 검류의 첨가가 제빵특성에 미치는 영향

이종민 · 이명구 · 이시경\* · 조남지\*\* · 김상무\*\*\*  
(주)파리크라상, \*전국대학교 응용생물화학과, \*\*혜전대학교 제과제빵학과,  
\*\*\*강릉대학교 해양생명공학부

### Effect of Gums Added in Making Frozen Dough on the Characteristics of Bread-making

Jong-Min Lee, Myung-Ku Lee, Si-Kyung Lee\*, Nam-Ji Cho\*\* and Sang-Moo Kim\*\*\*

Paris Croissant Co. Ltd,

\*Department of Applied Biology & Chemistry, KonKuk University

\*\*Department of Baking Technology, Hyejeon College,

\*\*\*Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University

This study was carried out to investigate the possibilities of using xanthangum, guar gum and  $\kappa$ -carrageenan as cryoprotectant by examining changes in water content, specific volume, and hardness of bread made from the doughs with gums at  $-20^{\circ}\text{C}$  freezing chamber for 12 weeks. The specific volume of bread decreased with time. It decreased more sharply in the control. The bread with lowest specific volume had the highest value in the hardness. The bread with  $\kappa$ -carrageenan showed the lowest value in the hardness. In the water-holding capacity of frozen dough, the bread with  $\kappa$ -carrageenan had the highest value, and  $\kappa$ -carrageenan was effective in the protection of the degradation in the quality of the frozen dough during the frozen storage. In the sensory evaluation, texture, color and appearance of the control and the breads with gums did not show the difference for 1 week, but the breads with gums showed the higher score than control in sensory characteristics in the frozen storage for 12 weeks. The bread with  $\kappa$ -carrageenan showed the highest sensory score during the frozen storage. These results were summarized that  $\kappa$ -carrageenan was most effective in the protection from the degradation of the quality of frozen dough during the frozen storage.

**Key words :** gums,  $\kappa$ -carrageenan, frozen dough, bread

## 서 론

냉동반죽은 1945년경 미국에서 시작하여 1960년대 들어서 현저히 성장하였으며 1970년대 부터는 In-Store Bakery에서 주로 생산되어 왔다. 냉동반죽은 소비자들에게 신선한 제품을 제공 할 수 있다는 잇점 이외에도 제조업자의 입장에서는 많은 품목을 적은량 생산 할 수 있으며 노동력이 절약되고 휴일과 야간작업을 원활하게 조절 할 수 있는 등의 많은 장점을 가지고 있기 때문에 제빵 산업의 새로운 분야로 각광 받고있다<sup>(1,2)</sup>.

냉동반죽의 기본 개념은 반죽을  $-38\sim-40^{\circ}\text{C}$ 에서 급속 동결시킨 후  $-18\sim-20^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보존하여 효모 및 효소의 활동

을 억제시키고 gluten 조직의 약화 현상을 최대한 방지하여 반죽의 제빵 적성을 장기간 유지 보존시키는 것이다. 그러나 냉동반죽을 장기간 저장하면 품질이 저하되는데 품질저하 현상은 효모의 품질, 반죽의 구조와 제조방법 및 냉동과 해동의 조건에 좌우된다<sup>(3,4)</sup>. 효모는 효모 그 자체만을 냉동시켰을 때보다도 빵 반죽에 첨가하면 훨씬 많은 수의 효모가 손상을 받으며<sup>(5)</sup>, 또한 발효중 효모와 세균에 의해서 생성된 대사산물 중 에틸 알코올, 초산, 젖산 및 ethylacetate와 같은 ester류가 반죽 냉동중 용액 내에 농축되어 있으면 효모는 자기소화를 일으킨다<sup>(6,7)</sup>. 따라서 냉동반죽에서 효모의 생존능력과 발효력을 높이기 위해서 낮은 온도( $18\sim20^{\circ}\text{C}$ )로 반죽을 제조하고 반죽혼합 말기에 효모를 첨가하거나 발효시간을 단축하고, 효모첨가량을 증가시키는 방법들이 사용되고 있다<sup>(8,9)</sup>. 냉동 저장중 효모가 사멸하면 환원제인 glutathione을 방출한다. Glutathione은 gluten 단백질에 존재하는 disulfide 결합을 절단하여 gluten의 3차원적 구조를 변화시킨다. 이와 같은 gluten 구조의 변화는 반죽의 가스 보유력을 저하시키고 발효시간을 지연시킨다<sup>(10,11)</sup>. 냉동반죽에서 gluten 구조의 약화

Corresponding author : Si-Kyung Lee, Department of Appl. Biol. & Chem., Kon-kuk University, 93-1 Mojin Dong Kwangjinku, Seoul, Korea 143-701  
Tel : 82-2-450-3759  
Fax : 82-2-456-7183  
E-mail : lesikyung@kkucc.konkuk.ac.kr

를 보완하기 위해 수행된 연구로는 12%이상의 단백질 함량을 갖는 강력분을 사용한 연구<sup>(12)</sup>와, 활성 gluten을 첨가하여 gluten 구조의 약화를 보완시킨 연구<sup>(13)</sup> 등이 알려져 있으며 반죽 강화제로 sodium stearyl lactylate(SSL) 또는 mono 및 diglyceride의 diacetyl tartaric acid를 사용하여 gluten 구조를 강화시킨 연구 및 potassium bromate나 ascorbic acid와 같은 환원제를 첨가한 연구들이 보고되어 있다<sup>(14-17)</sup>.

한편 식품을 저장하는 동안에 보습제로 작용하여 제품 품질을 향상시키는 검류는 저장하는 동안에 초저온 동결분야에서 생물체를 보호하는 동해방지제로 효과가 있다고 알려져 있다<sup>(18)</sup>. 그러나 검류를 냉동반죽에 사용하여 냉동반죽의 품질을 향상시킨 보고가 거의 없는 실정이다. 검류중 κ-carrageenan은 냉동 저장시 발생하는 얼음 입자의 재결정화 지연에 효과가 있어 얼음 결정체가 성장하는 속도와 크기를 줄임으로써 효모와 gluten 구조의 물리적 손상을 줄일수 있어 냉동반죽에 이를 첨가시 냉동반죽 품질향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 xanthangum, κ-carrageenan, guar gum을 냉동반죽에 각각 첨가하여 장기간 저장하면서 이들을 이용하여 빵을 제조할 때 검류첨가 냉동반죽이 빵의 품질에 미치는 영향을 제품제조 후 팽창력의 변화, 수분함량의 변화, 관능검사 및 경도변화를 분석하여 냉동반죽의 품질 개선제로서 사용 가능성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

밀가루는 한국제분(주)에서 생산된 제빵용 밀가루(수분 14.0%, 단백질 12.5%, 회분 0.38%)를 사용하였고 효모는 시판용 instant dry yeast(Lesaffre Co., France)를, 마가린은 롯데삼강의 마가린을, 소금은 한주소금을 κ-carrageenan, guar gum, 및 xanthangum은 모두 시판용 제품을 사용하였다.

### 빵 제조 방법

제빵에 사용된 원료 배합 비율은 표 1과 같다. 제빵공정은 AACC방법(10-10A)의 직접 반죽법(Straight method)에 준하였

으며 제빵시 반죽은 vertical screw pin mixer(SS type, Kanto mixer Co. LTD, Japan)로 행하였으며 100 rpm에서 2분, 190 rpm에서 2분간 혼합한 후 유지를 첨가하고 다시 100 rpm에서 2분, 190 rpm에서 5분간 혼합하였다.

완성된 반죽은 혼합 후 발효실(28°C, 85%RH)에서 20분간의 휴지시간을 준 후 각각 215 g씩 분할하여 등글리기 한 후 폴리에틸렌 백에 넣어 -40°C의 냉동고(Gyrocompact M76, Frigoscandia Co. LTD, Sweden)에 넣어 급속 냉동을 40분간 실시한 후 -20°C의 보관 냉동고에서 실험에 사용할 때까지 냉동 보관하였다. 일정기간 냉동 보관한 반죽을 5°C에서 저온해동하여 반죽 온도가 18°C에 도달 할 때까지 해동을 하였다. 반죽을 성형(molding)하여 2개씩 틀에 넣은뒤 35°C, 85%RH 조건에서 50분간 2차 발효시켜 윗불 180°C, 아랫불 220°C에서 30분간 구운 다음 냉각시켜 실험에 사용하였다<sup>(19)</sup>.

### 발효팽창력의 측정

반죽의 발효팽창력을 측정하기 위하여 1주에서 12주 동안 냉동된 반죽을 5°C에서 저온 해동한 후 반죽의 내부온도가 18°C에 도달 할 때 까지 25°C에서 방치하였다. 해동된 반죽은 15 g씩 분할하여 100 mL 비이커에 넣고 2차 발효실(35°C, 85%RH)에서 2시간 후의 발효팽창력을 측정하였다<sup>(20)</sup>.

### 비용적의 측정

빵의 용적은 종자치환법<sup>(20)</sup>으로 구하고 빵의 무게를 측정 한 후 비용적(cc/g)으로 나타내었다.

### 경도 측정

냉동 저장된 각 시험구를 5°C에서 해동하고 반죽온도가 18°C에 도달 할 때 까지 25°C에서 방치한 후 반죽을 성형하고 2차 발효시켜 구운 후, 25°C에서 냉각시켜 내부온도가 30°C에 도달 하였을때 폴리에틸렌 백에 포장하여 24시간 동안 실온에 방치하였다. 빵의 중앙부위를 두께 15 mm의 두께로 자른 후 빵의 경도를 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable, Micro Systems Co. England)를 사용하여 prove type은 25 mm diameter cylinder, trigger force는 auto-10 g, test speed는 1 mm/sec, 60% deformation의 조건에서 측정하였다.

### 수분함량 측정

빵의 수분함량은 적외선 수분계(FD-600, Kett Co. LTD, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 관능 검사

1주, 4주 및 12주간 냉동 저장된 반죽을 이용하여 빵을 제조하고 빵의 내부온도가 30°C가 될 때까지 냉각을 시켜 폴리에틸렌 백에 넣어 포장을 한 뒤 실온(25°C)에서 1일간 방치하였다. 시료에 대한 관능검사는 빵의 관능검사 경험이 풍부한 연구소와 공장의 관능검사 요원 10명을 대상으로 관능검사의 취지를 충분히 인식시키고 두 번의 반복 훈련을 거친 후 최종적으로 평가하였다. 먼저 외부색상, 내부색상, 외관을 평가하게 하고 조직감과 입안에서의 촉감을 5점 기호 척도법<sup>(21)</sup>으로 평가하였으며(5: very good, 4: good, 3: fair, 2: poor, 1: very poor), 유의성 검증은 SPSS 프로그램을 이

Table 1. Baking formula based on flour weight (Unit: % flour basis)

Ingredients	Control	Xanthangum	Guargum	κ-Carrageenan
Flour	100	100	100	100
Water	63	65	65	65
Instant dry yeast	2.5	2.5	2.5	2.5
Yeast food	0.5	0.5	0.5	0.5
Salt	2	2	2	2
Sugar	6	6	6	6
Skim milk powder	3	3	3	3
Margarine	4	4	4	4
Ascorbic acid	1	1	1	1
Xanthangum	0	0.3	0	0
Guargum	0	0	0.3	0
κ-Carrageenan	0	0	0	0.3

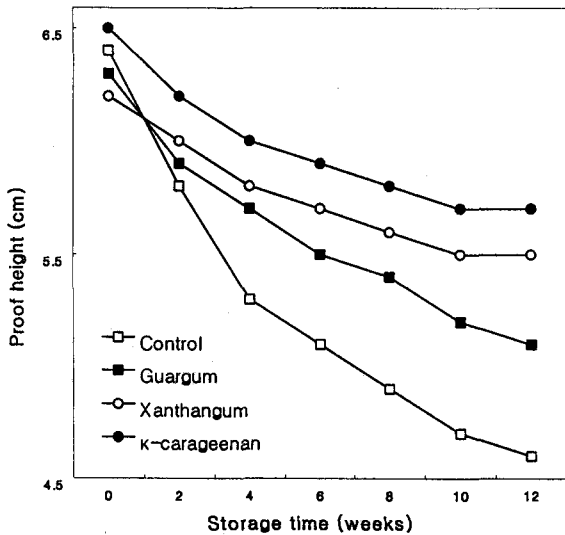


Fig. 1. The change of proof height of the frozen dough after final proofing for 2 hrs during storage

용한 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 검류 첨가가 반죽 발효팽창력에 미치는 영향

검류 첨가에 따른 냉동반죽의 발효팽창력의 차이를 조사하기 위하여 냉동반죽을 5°C에서 해동한 후 35°C 발효실에서 2시간 동안 발효시켜 반죽의 높이를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 그림에서와 같이 대조구는 냉동 저장기간 동안 검류를 첨가한 시험구에 비하여 발효팽창력이 직선적으로 감소하였다. 한편 검류 첨가 시험구도 냉동 저장기간 중에 발효팽창력이 감소하였으나 그 감소정도는 대조구에 비하여 적었다. 특히 κ-carrageenan과 xanthangum 첨가 반죽은 냉동 저장기간 중 대조구에 비하여 현저하게 발효 팽창력이 높게 유지되었다. 이러한 결과는 Wolt 등<sup>(22)</sup>의 carboxy methyl cellulose(CMC)를 반죽에 첨가 하였을 때 대조구에 비하여 높은 발효력을 보였다는 연구결과와 유사하였다. 이는 냉동반죽 제조시 검류의 첨가가 냉동-해동과정에서 얼음결정 상태를 작게 만들어 글루텐 손상을 적게 하였기 때문인 것으로 생각된다. 또한 냉동반죽을 저온 해동 후 1시간 동안 발효시켜 측정된 pH값<sup>(23)</sup>과 같은 조건에서 측정된 proof height는 비슷한 경향을 보여 반죽의 pH 값과 proof height는 높은 상관관계가 있음을 보여 주었다. 이는 빵 발효시 amylase와 같은 영향인자들이 pH에 영향을 받으며, gluten의 상태 또한 pH에 따라 다른데서 기인하는 것으로 생각된다. 이상의 실험에서 냉동반죽을 장기간 저장시 xanthangum과 κ-carrageenan의 첨가는 대조구에 비하여 빵의 발효에 좋은 효과가 있는 것으로 나타났으며, 이는 빵의 품질에도 영향을 줄 것으로 생각된다.

### 검류 첨가 빵의 비용적 비교

검류를 첨가한 반죽의 냉동 저장기간에 따른 빵의 비용적을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 대조구는 냉동직 후에 비

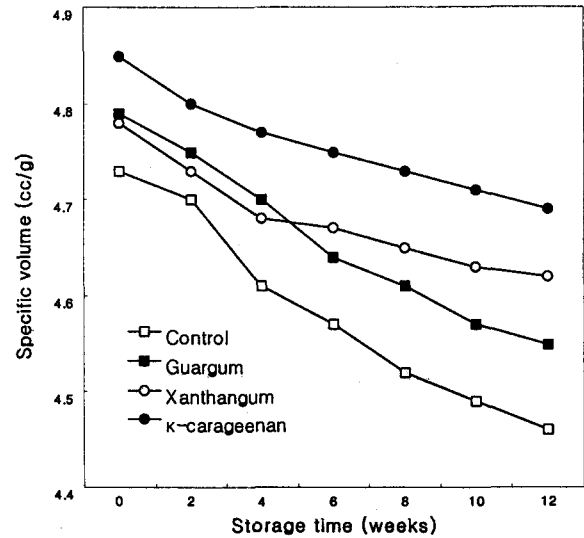


Fig. 2. The change of specific volume of bread during storage

용적이 4.73 cc/g을 나타냈으나 냉동 4주에는 비용적이 4.61 cc/g을 나타내었다. 검류 첨가 시험구의 비용적 감소는 냉동 기간 동안 대조구에 비해 적었으며 κ-carrageenan 첨가구의 비용적 감소가 가장 적었다. 이는 냉동저장 기간에 따른 proof height의 결과와 같이 검류의 첨가가 반죽을 냉동 저장시 동결장해나 해동시 생기는 gluten 손상을 방지한데서 기인되는 것으로 생각된다. 이상의 결과는 Rogers<sup>(24)</sup>가 빵 제조시 κ-carrageenan과 같은 검류를 첨가 하였을 때 loaf volume을 증가시켰다고 한 실험의 결과와 일치하였다. Bruinsna 등<sup>(25)</sup>은 밀가루 대체제로 guar gum 및 xanthangum을 이용한 배합비 개발 연구에서 guar gum은 xanthangum에 비하여 겔의 강도가 강하기 때문에 초기 가스 포집력이 크다고 보고하였는데 본 실험 결과에서도 guar gum 시험구에서 냉동 저장기간 4주까지는 비용적이 xanthangum 시험구보다 커서 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 4주 이후 xanthangum 첨가구보다 guar gum 첨가구에서 비용적이 감소하였다. 이는 pH 및 proof height의 결과에서 유추할 수 있듯이 xanthangum 보다 냉동 저장기간이 길어질수록 guar gum의 냉동장해 보호제로서의 역할이 감소한 것으로 생각된다.

### 검류 첨가 빵의 경도에 미치는 영향

냉동 저장기간에 따라 대조구와 검류첨가 반죽을 이용하여 제조한 빵의 경도변화는 Fig. 3과 같다. 대조구 및 검류 첨가 반죽을 이용한 제품의 경도변화는 냉동직 후에는 거의 큰 차이를 보이지 않았으나 냉동저장 2주 부터는 대조구와 guar gum 첨가구의 경도는 거의 일직선으로 상승한 반면 xanthangum과 κ-carrageenan을 첨가한 시험구는 비교적 경도 증가 현상이 완만하게 증가하였다. 이러한 빵의 경도변화는 비용적과 깊은 역의 상관관계를 나타내어 비용적이 가장 낮았던 대조구의 경도가 가장 높게 나타났으며 비용적이 가장 컸던 κ-carrageenan의 경도가 가장 낮게 나타났다. 한편 guar gum을 첨가한 반죽을 이용한 제품에서도 비용적의 감소가 컸던 냉동 4주 후에 경도가 크게 증가하여 비용적과 경도 변화의 역의 상관관계를 확인 할 수 있었다. 이는 검류의 첨가

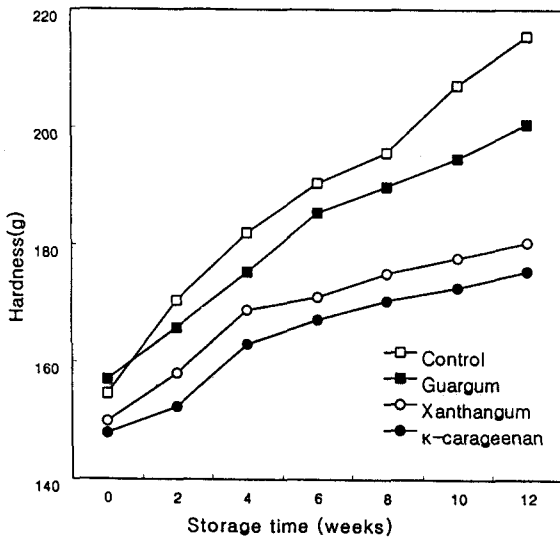


Fig. 3. The change of hardness of bread made from frozen dough during storage

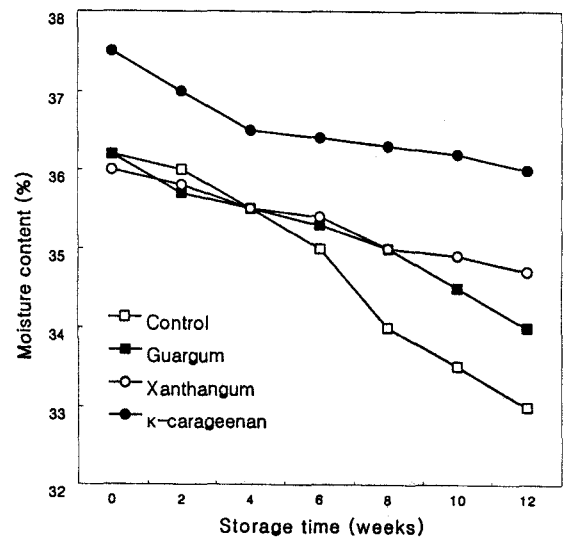


Fig. 4. The change of moisture content in bread made from frozen dough during storage

가 반죽의 냉동 상태에서 gluten 구조의 물리적 손상을 적게 한 것에 기인되는 것으로 생각된다. 이상의 실험에서 검류 첨가 시험구중 κ-carrageenan 첨가구는 냉동 12주 까지의 경도 변화가 비교적 적어 냉동반죽의 품질개선 및 노화지연 효과가 있음을 확인하였다. Min 등<sup>(18)</sup>은 κ-carrageenan이 저온 동결 분야에서 생물체를 보존하는데 필요한 동해 방지제 (cryoprotectant)로 탁월한 효과가 있으며 얼음 결정체가 성장하는 속도와 크기를 줄임으로 cell의 파괴를 감소한다고 보고하였다.

**검류 첨가가 빵의 수분 함량변화에 미치는 영향**

대조구와 검류 첨가 반죽으로 제조한 빵 제품들의 수분함량 변화는 Fig. 4와 같다. 그림에서와 같이 냉동 12주에 걸

쳐 κ-carrageenan 첨가구의 수분함량과 대조구의 수분함량은 큰 차이를 나타내고 있다. 특히 빵 제품의 수분함량이 냉동 저장기간 4주 이후에 검류를 첨가한 경우 대조구에서 보다 수분의 감소경향이 적게 나타났다. 이상의 실험 결과 냉동반죽 제조시 검류의 첨가는 반죽 내에서 수분보유 효과가 있는 것으로 나타났으며 이는 빵 제품에서 보습제료의 사용가능성이 크며 특히 본 실험에서 사용된 guar gum, xanthan gum, κ-carrageenan 등과 같은 검류중 κ-carrageenan이 수분 보유효과가 가장 큰 것으로 나타났다. Maleki 등<sup>(26)</sup>이 빵의 수분함량이 많을수록 노화가 느리다고 보고 한 바와 같이 빵에서 수분보유효과는 노화와 관련이 있으며 빵의 노화는 먼저 수분손실에서 시작되기 때문에 저장기간 동안 빵 제품내 수분보유량이 많으면 노화지연 효과가 큰 것으로 생각된다.

Table 2. Sensory evaluation data of breads with xanthan gum, guar gum and κ-carrageenan

Frozen weeks	1				4			
	Control	Xanthan gum	Guar gum	κ-carrageenan	Control	Xanthan gum	Guar gum	κ-carrageenan
Mouthfeel	4.2±0.02 <sup>a</sup>	4.3±0.01 <sup>a</sup>	4.0±0.02 <sup>ab</sup>	4.5±0.02 <sup>a</sup>	3.5±0.01 <sup>b</sup>	4.0±0.02 <sup>ab</sup>	3.8±0.01 <sup>b</sup>	4.3±0.01 <sup>a</sup>
Texture	4.1±0.03 <sup>b</sup>	4.2±0.05 <sup>b</sup>	3.9±0.03 <sup>bc</sup>	4.3±0.01 <sup>a</sup>	3.6±0.02 <sup>c</sup>	3.8±0.02 <sup>bc</sup>	3.8±0.02 <sup>b</sup>	4.1±0.02 <sup>b</sup>
Crumb color	4.2±0.01 <sup>a</sup>	4.0±0.01 <sup>a</sup>	3.9±0.04 <sup>ab</sup>	4.2±0.02 <sup>a</sup>	3.8±0.01 <sup>b</sup>	3.5±0.01 <sup>bc</sup>	3.8±0.02 <sup>b</sup>	4.0±0.01 <sup>a</sup>
Crust color	4.1±0.02 <sup>a</sup>	4.2±0.02 <sup>a</sup>	4.1±0.01 <sup>a</sup>	4.1±0.01 <sup>a</sup>	4.0±0.02 <sup>a</sup>	4.0±0.01 <sup>a</sup>	4.0±0.02 <sup>a</sup>	4.0±0.02 <sup>a</sup>
External appearance	4.2±0.01 <sup>a</sup>	4.1±0.02 <sup>a</sup>	4.1±0.01 <sup>a</sup>	4.2±0.01 <sup>a</sup>	3.8±0.01	4.0±0.02 <sup>a</sup>	4.0±0.01 <sup>a</sup>	4.0±0.02 <sup>a</sup>
	12							
Mouthfeel	3.1±0.01 <sup>c</sup>	3.6±0.01 <sup>b</sup>	3.3±0.05 <sup>c</sup>	4.0±0.02 <sup>ab</sup>				
Texture	2.8±0.01 <sup>d</sup>	3.3±0.05 <sup>c</sup>	3.5±0.02 <sup>b</sup>	3.8±0.05 <sup>bc</sup>				
Crumb color	3.0±0.02 <sup>d</sup>	3.4±0.02 <sup>c</sup>	3.6±0.05 <sup>c</sup>	4.0±0.02 <sup>ab</sup>				
Crust color	3.8±0.01 <sup>b</sup>	3.8±0.02 <sup>b</sup>	3.9±0.01 <sup>b</sup>	3.8±0.01 <sup>b</sup>				
External appearance	3.2±0.02 <sup>d</sup>	3.5±0.01 <sup>c</sup>	3.3±0.02 <sup>cd</sup>	3.8±0.02 <sup>b</sup>				

<sup>a,b,c,d</sup>Mean in a row followed by the same letter are not significantly different (P0.05) by Duncan's test

## 제품의 관능검사

검류를 첨가한 반죽을 1주, 4주, 12주간 냉동한 후 이를 해동시켜 빵을 제조하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 2 와 같다. 대조구와 검을 첨가한 시험구를 저장기간별로 비교 하였을 때 1주에서 4주간 냉동한 경우에는 대조구 및 시험구 사이에 관능검사 결과의 차이가 작았으나, 12주 냉동시킨 반죽을 이용시에는 대조구와 시험구 사이에서 큰 차이를 나타내었다. 냉동 4주에는 대조구에 비하여 검류 첨가 시험구의 외관 및 조직감에서 차이를 나타냈으며 냉동 12주에는 대조구와 검류 첨가 시험구는 겉껍질 색상을 제외하고는 유의적인 차이를 보였다. 이상의 실험에서 대조구 및 모든 시험구가 냉동기간이 경과함에 따라 조직감, 색상 등의 항목에서 약간의 품질저하가 관찰되었으며 특히 대조구에서의 품질저하가 큰 것으로 나타났다. 검류 첨가 시험구중  $\kappa$ -carrageenan 을 첨가한 제품이 냉동 4주와 12주의 저장기간 동안 조직감, 색상, 외관에서 다른 검류를 첨가한 제품보다 우수하였다. 이상의 결과는 Tsen 등<sup>(27)</sup>이 반죽의 흡수율이 높을수록 빵 제조시 빵 부피를 증가시키고, 빵이 부드러워 진다고 보고하여 냉동기간 동안 검류의 첨가로 인한 흡수율, 팽창력, 비용적 등의 물성 개선에서 기인되는 것으로 생각된다.

## 요 약

냉동반죽의 동해방지제로서의 가능성을 조사하기 위하여 반죽제조시 xanthangum, guar gum,  $\kappa$ -carrageenan을 각각 첨가하여 12주 동안 냉동저장 하면서 이들을 이용하여 빵을 제조하고 수분함량의 변화, 관능검사 및 경도변화를 조사하였다. 냉동 저장 기간에 따른 빵의 비용적은 저장기간이 증가됨에 따라 감소하였으며, 비용적 감소현상은 대조구에서 더 높았다. 빵의 비용적과 경도 변화는 역의 상관관계를 나타내어 비용적이 가장 낮았던 대조구의 경도가 가장 높았으며,  $\kappa$ -carrageenan을 첨가한 빵의 경도가 가장 낮았다. 또한  $\kappa$ -carrageenan이 수분보유 효과가 가장 큰 것으로 나타나 빵의 노화지연에 효과가 있음을 나타내었다. 관능검사 결과에서 1주간 냉동 후에는 대조구와 검류를 첨가한 빵의 외관, 색상 및 조직감에서 차이가 없었으나 냉동 4주와 12주에는 검류를 첨가한 빵의 관능 특성이 대조구에 비해 좋았으며, 특히  $\kappa$ -carrageenan을 첨가한 제품이 가장 우수하였다.

## 문 헌

1. Davis, E.W. Shelf-life studies on frozen dough. *Bakers Digest* 55: 12-16(1981)
2. Jackel, S.S. Frozen dough opportunities keep heating up. *Cereal Foods World* 36: 529-531(1991)
3. Autio, K. and Sinda, E. Frozen doughs Rheological Changes and yeast viability. *Cereal Chem.* 69: 409-413(1992)
4. Inoue, Y., Sapirstein, N.D., Takayanagi, S. and Bushuk, W. Studies on frozen doughs(III). Some factors involved in dough weak-

- ening during frozen storage and thaw-freeze cycles. *Cereal Chem.* 71: 118-121(1994)
5. Bruinsna, B.L. and Giesenschlag, J. Frozen dough performance compressed yeast-instant dry yeast. *Bakers Digest* 58: 6-10(1984)
6. Varriano-Marston, E., Hsu, H.K. and Mahdi, J. Rheological and structural changes in frozen dough. *Bakers Digest* 54: 32-34(1980)
7. Wolt, M.T. and D'Appolonia, B.L. Factors involved in the stability of frozen dough(I). The influence of yeast reducing compound on frozen dough stability. *Cereal Chem.* 61: 209-212(1984)
8. Nourigeon, A. Process for preparing deep-frozen yeast bread dough. U.S.Patent 4, 414, 228(1983)
9. Brummer, J.M. Long term frozen storage of wheat bread dough. *Getreide mehl U. Brot* 38: 215-221(1984)
10. Mita, T. and Bohlin, L. Shear stress relaxation of chemically modified gluten. *Cereal Chem.* 60: 93-97(1983)
11. Ponte, J.G., Glassand, R.L. and Geddes, W.F. Studies on the behavior of active dry yeast in breadmaking. *Cereal Chem.* 37: 263-266(1960)
12. Inoue, Y. and Bushuk, W. Studies on frozen doughs(II). Flour quality requirements for bread production from frozen dough. *Cereal Chem.* 69: 423-428(1992)
13. Wang, Z.J. and Ponte, J.G. Improving frozen dough qualities with the addition of vital wheat gluten. *Cereal Foods World* 39: 500-503(1994)
14. Hosomi, K., Uozumi, M., Nishio, K. and Matsamoto, N. Studies on frozen dough baking-Effects of sugar esters with various HLB values. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 39: 806-810(1992)
15. Knighty, W.N. Shortening Systems. Fats, Oils, and Surface-active absents-present and future. *Cereal Chem.* 58: 171-174(1981)
16. Marston, P.E. Frozen dough for breadmaking. *Bakers Digest* 52: 18-20(1978)
17. Davis, E.W. Shelf-life studies on frozen doughs. *Bakers Digest* 55: 12-13(1981)
18. Min, S.G., Wolf, W. and Morton, M. Changes in crystal-size distribution during recrystallization of ice in hydrocolloid matrix. *J. Food Science and Technology Today* 8: 234-242(1994)
19. A.O.A.C. Official methods of analysis 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC., USA, p. 456(1990)
20. Pyler, E.J. Baking science and technology. Sosland publishing Co., 586-593(1979)
21. Ronald, H. Z. Score for experiment. AIB(American Institute of Baking). Chap.11: 9-10(1990)
22. Wolt, M.J. and D'Appolonia, B.L. Factors involved in the stability of frozen dough(II). The effects of yeast type, flour type, and dough additives on frozen-dough stability. *Cereal Chem.* 61: 213-221(1984)
23. Lee, J.M., Lee, M.K., Lee, S.K., Cho, N.J., Cha, W.J. and Park, J.K. Effect of gums on the characteristics of the dough in making frozen dough. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 32: 604-609(2000)
24. Rogers, D.E. Baking science. American Institute of Baking. Chap. 1: 1-23(1997)
25. Bruinsna, B.L. and Finney, K.F. A gas production formula containing guar or xanthangum in place of wheat flour. *Cereal Chem.* 59: 402-404(1982)
26. Maleki, M. Noseney, R.C. and Mattern, P.J. Effects of loaf volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem.* 57: 138-140(1980)
27. Tsen, C.C. Chemical dough development. *Bakers digest* 47: 44-46(1973)

(2000년 12월 16일 접수)