

## 냉동생지 제조시 검류의 첨가가 반죽특성에 미치는 영향

이종민 · 이명구 · 이시경\* · 조남지\*\* · 차욱진\*\* · 박정길\*\*\*

(주)파리크라상, \*건국대학교 응용생물화학과,  
\*\*혜전대학교 제과제빵학과, \*\*\*충주대학교 식품공학과

## Effect of Gums on the Characteristics of the Dough in Making Frozen Dough

Jong-Min Lee, Myung-Ku Lee, Si-Kyung Lee\*, Nam-Ji Cho\*\*,  
Wook-Jin Cha\*\* and Jung-Kil, Park\*\*\*

Paris Croissant Co. Ltd.

\*Department of Applied Biology & Chemistry, Konkuk University

\*\*Department of Baking Technology, Hyejeon College

\*\*\*Department of Food Engineering, Chungju University

### Abstract

This study was carried out to investigate the possibilities of adopting xanthangum, guar gum and  $\kappa$ -carrageenan as cryoprotectant by examining the rheological and structural properties of dough. Results of farinography showed that water absorption, development time and mechanical tolerance index in dough with the gums increased more than those of the control. It was also found that resistance in dough with the gums increased greatly, but extensibilities were similar to that of the control, resulting in increasing R/E values in the dough with the gums through extensograph. According to amylogram, gelatinization temperature of dough was 59.5°C and those of the dough with the gums were 58°C. Even though maximum viscosity of the dough was 550 B.U in the control, those were 690 B.U, 780 B.U and 760 B.U in the dough with xanthangum, guar gum, and  $\kappa$ -carrageenan, respectively. The control deeply increased the pH during frozen storage but the addition of  $\kappa$ -carrageenan and xanthangum increased the pH slightly. The dough with the gums had more stable spaces than control in the microstructure through SEM.

Key words : frozen dough, gums,  $\kappa$ -carrageenan, rheological properties

### 서 론

오븐에서 갓 구워낸 빵은 시간이 경과함에 따라 맛과 냄새가 없어지며 부드럽고 말랑말랑하던 빵속부분(bread crumb)의 조직이 거칠어져 부스러지기 쉽고 건조해진다. 또한 빵 껍질부분(bread crust)은 바삭바삭하던 상태에서 눅눅해 지는 품질저하 현상을 겪는다. 이와 같은 현상을 빵의 노화(staling)라 하며 노화가 진행되면서 빵 고유의 풍미를 잃고 관능적인 변화가 생겨 상품가치를 잃어버리기 때문에 경제적인 손실을 초

래한다<sup>(1-4)</sup>.

따라서 빵의 노화를 지연시키기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. Xu 등<sup>(5)</sup>은 계면활성제를 이용하여 빵의 노화가 지연된다고 보고하였고 Chamberlain 등<sup>(6)</sup>은  $\alpha$ -amylase를 이용한 제품개선 연구에서 노화지연을 보고하였다. 최근에 조 등<sup>(7)</sup>은 bifidobacteria를 이용한 밀가루 brew를 빵에 첨가하여 노화를 지연시켰다고 보고하였다. 또한 이와 같은 빵의 품질저하를 적극적으로 해결하기 위해서 냉동반죽이 출현하게 되었는데 냉동반죽은 제빵 공정중에 냉동에 의해 반죽의 발효를 억제하기 위하여 동결저장 하는 것으로 냉동반죽은 필요에 따라 해동 후 남은 제빵 공정을 진행하여 제품을 소비자에게 공급 하므로써 신선한 빵을 제공할 수 있는 잇점이 있다<sup>(8)</sup>.

냉동반죽은 1945년경 미국에서 시작하여 1960년대

Corresponding author : Si-Kyung Lee, The Department of Applied Biology & Chemistry, Konkuk University, Seoul, Korea

Tel : 82-2-450-3759

Fax : 82-2-456-7183

E-mail : lesikyung@kkucc.konkuk.ac.kr

들어서 현저히 신장하였으며 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>(9,10)</sup> 그러나 냉동반죽을 장기간 저장하면 품질이 저하되는데 품질저하 현상은 효모의 품질, 반죽의 구조와 제조방법 및 냉동과 해동의 조건에 좌우된다.<sup>(11,12)</sup> 냉동중 세포 내에서 형성된 얼음 결정이 세포막에 물리적인 손상을 주고 이때 세포질 내용물이 외부로 방출되면서 효모 세포는 사멸하게 되며, 발효중 효모와 세균에 의해서 생성된 대사산물 중 에틸 알코올, 초산, 젖산 및 ethylacetate와 같은 ester류가 반죽 냉동중 용액 중에 농축되어 있으면 효모는 자기소화를 일으킨다.<sup>(13,14)</sup> 효모의 생존능력과 발효력은 냉동방법, 반죽의 냉동과 해동속도, 냉동반죽의 저장기간과 냉동-해동주기에 의해서 크게 영향을 받는다.

Dubois 등<sup>(15)</sup>은 xanthangum과 carboxy methyl cellulose(CMC)를 첨가하여 냉동반죽의 냉동-해동과정에서 얼음결정 상태를 적게 만들므로서 효모와 gluten 구조의 물리적 손상을 줄여 냉동반죽의 저장수명 기간을 연장하였다고 보고하였다. 그러나 이들의 xanthagum 및 CMC에 관한 보고 이외에는 검류를 냉동반죽에 사용하여 냉동반죽의 품질을 향상시킨 보고가 거의 없는 실정이다. 검류중 κ-carrageenan 등도 냉동 저장시 발생하는 얼음 입자의 재결정화 지연에 효과가 있어 얼음 결정체가 성장하는 속도와 크기를 줄임으로써 효모와 gluten 구조의 물리적 손상을 줄일 수 있을 것으로 기대되어 냉동반죽 제조시에 이를 첨가하면 냉동 반죽 품질향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 κ-carrageenan, xanthangum 등의 검류를 각각 첨가하여 반죽을 제조하여 이들이 반죽의 품질에 미치는 영향을 파리노그램, 익스텐소그램, 아밀로그래프 등을 통한 rheology 특성과 pH변화 및 SEM을 이용한 반죽의 미세구조를 비교 분석하여 냉동반죽의 품질개선제로서의 사용가능성을 조사하였다.

### 실험재료 및 방법

#### 실험재료

밀가루는 한국제분(주)에서 생산된 제빵용 밀가루(수분 14.0%, 단백질 12.5%, 회분 0.38%)를 사용하였으며, 효모는 시판용 instant dry yeast를 마가린은 롯데

삼강의 마가린을, 소금은 한주소금을 그리고 실험에 사용된 κ-carrageenan, guar gum 및 xanthangum은 모두 시판용 제품을 사용하였다.

#### 실험방법

반죽의 리올로지 특성 : 검류 첨가에 따른 반죽의 리올로지 특성을 조사하기 위하여 밀가루 100g에 대하여 각각 xanthangum, guar gum 및 κ-carrageenan을 0.3g 첨가하고 반죽기(CS-32, Kanto Co. Japan)를 이용하여 190 rpm에서 5분간 혼합한 후 폴리에틸렌 백에 밀봉하여 넣고 실온(25°C)에서 보관하면서 사용하였다.

파리노그래프의 측정 : 파리노그래프(M8101, Brabender, Germany) 측정은 AACC 방법(54-21)에 따라 300g 밀가루(14%, 전량기준)를 사용하고 보울의 온도가 30±0.2°C로 유지하도록 하였다. 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500±20 B.U에 도달 할 때까지 흡수량을 조절하였다. 파리노그램으로 부터 도착시간(arrival time), 반죽시간(peak time), 출발시간(departure time), 반죽 저항도(mechanical tolerance index, MTI), 반죽 안정도(stability) 등의 특성 값을 측정하였다<sup>(16)</sup>.

익스텐소그래프의 측정 : 익스텐소그래프(EXEK/7, Brabender, Germany)는 AACC 방법(54-10)에 따라 300g 밀가루와 6g의 소금을 사용하였고 물의 양은 파리노그래프 흡수량 보다 2% 적게하였다. 3분 동안 반죽을 한 다음 5분간 방치하고 다시 2분간 반죽을 하면서 파리노그래프의 중심이 500 B.U에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. 반죽이 끝난 다음 150±0.1g으로 분할한 후 라운더에서 20번 둥글리기 하고 원통형으로 성형하여 30°C의 항온조에서 45분간 방치하고 1차 측정이 끝난 후 다시 30°C에서 45분간 방치하고 2차 측정을 하였다. 이와 같은 방법으로 45분, 90분, 135분까지 반복 측정을 실시하였다. 신장도에 대한 저항도는 5cm에서의 높이(B.U)로, 그리고 신장도(extensibility)는 커브의 전체길이(cm)로 표시하였다<sup>(16)</sup>.

아밀로그래프 특성 : 시료의 아밀로그래프 특성은 AACC 방법(22-10)에 따라 아밀로그래프(ASG6, Brabender, Germany)를 사용하여 65g의 시료(14%, 전량기준)를 450 mL 증류수에 현탁시켜서 보울에 넣고 보울의 회전속도를 75 rpm으로 조정했다. 현탁액은 1분간 1.5°C의 비율로 30°C에서 95°C까지 가열시키면서 paste의 호화개시온도, 최고점도, 최고점도를 나타내는 온도 등을 측정하였다<sup>(16)</sup>.

pH 측정 : pH 측정은 냉동된 반죽을 5°C 냉장고에서

**Table 1. The effect of gums on farinogram data of wheat flour**

Characteristics	Control	Gums		
		Xanthangum	Guargum	κ-Carrageenan
Arrival time (min.)	3.0	3.5	3.5	3.5
Development time (min.)	20.0	22.5	22.0	23.0
Stability (min.)	38.0	37.0	37.5	37.5
Departure time (min.)	41.0	40.5	41.0	41.0
Mechanical tolerance index (B.U)	5	20	30	30

저온 해동한 후, 그리고 반죽을 성형하여 2차 발효한 후 각각의 반죽 pH를 측정하였으며 측정방법은 반죽 10 g을 250 mL 비이커에 넣고 100 mL 증류수를 첨가한 다음 균일하게 혼합하고 25°C에서 30분간 방치한 후 pH meter(model 34, Beckmann, Germany)로 측정하였다.

**반죽의 미세구조 관찰 :** 반죽의 미세 구조 측정은 Varriano-Marston 방법<sup>(17)</sup>에 따라 4주간 냉동된 반죽 시료를 동결 건조시킨 후 단면을 절단하여 전자 주사 현미경(S-2380M, Hitach Co. LTD, Japan)을 사용하여 관찰하였다.

### 결과 및 고찰

#### 검류 첨가 반죽의 파리노그램 특성

각 검류 첨가에 따른 반죽의 파리노그램 특성값의 변화는 Table 1과 같다. 표에서와 같이 안정도는 원료 밀가루인 경우 38.0분을 나타내었으나 검류를 첨가한 시험구에서는 xanthangum이 37.0분, guargum이 37.5분, κ-carrageenan이 37.5분으로 안정도는 대조구에 비해 시험구에서 감소하는 경향을 보였다. 반죽의 기계적 내성을 나타내는 MTI(mechanical tolerance index)도 대조구 5 B.U에 비하여 검류첨가 시험구에서 20~30 B.U로 나타나 수치가 증가하는 경향을 보여 검류의 첨가가 반죽의 안정도에는 부(-)의 효과를 미치는 결과로 나타났다. 그러나 development time은 대조구의 경우 20.0분이었으나 검류를 첨가한 시험구에서는 xanthangum 22.5분, guargum 22.0분, κ-carrageenan 23.0분으로 검류 첨가에 따라 혼합시간이 증가되는 경향을 보여 실제 검류 첨가 반죽을 이용시 반죽시간이 제빵에 중요

**Table 2. Effects of gums on the water absorption of the flour in making dough**

Gums	Rate of absorption (unit : %)
Control	72.7
Xanthangum	74.8
Guargum	72.9
κ-Carrageenan	73.4

한 인자가 되리라고 생각된다. 또한 Table 2에 나타난 바와 같이 전체적인 반죽의 흡수율을 비교 하였을 때 원료 밀가루의 흡수율은 72.7%, xanthangum을 첨가한 경우는 74.8%, guargum은 72.9%, 그리고 κ-carrageenan 첨가반죽은 73.4%의 흡수율을 나타내어 검류 첨가구의 반죽흡수율이 대조구에 비하여 증가되었다. 이상의 실험에서 xanthangum과 κ-carrageenan을 반죽 제조시에 각각 첨가하였을 때 development time과 수분 흡수율이 가장 높았다.

Dubois 등<sup>(15)</sup>은 첨가제가 냉동반죽의 품질에 미치는 영향에 관한 연구에서 xanthangum을 밀가루에 첨가한 경우 대조구에 비하여 2%의 흡수율이 증가되었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다.

#### 검류 첨가 반죽의 익스텐소그램 특성

검류를 첨가한 밀가루 반죽의 익스텐소그램 데이터 및 R/E 값은 Table 3과 같다. 대조구 밀가루 반죽의 경우 발효시간이 경과함에 따라 저항도는 증가하였고 반대로 신장성이 감소하였으며 이에 따라 R/E 비율은 증가하였다. 이러한 결과는 밀가루 반죽은 발효에 의하여 탄성은 증가되고 신장도는 감소한다는 보고<sup>(18)</sup>와 같은 경향이었다. 한편, 각 검류를 첨가한 반죽의 저항도는 대조구에 비하여 45분, 90분, 135분 발효하는

**Table 3. The effect of gums on extensogram data of wheat flour**

Gums	Resistance (B.U)			Extensibility (cm)			R/E ratio		
	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
Control	345	465	560	16.5	16.5	15.0	20.9	28.2	37.3
Xanthangum	360	480	570	16.0	14.5	15.5	22.5	33.1	36.7
Guargum	430	540	600	17.2	16.5	16.0	25.0	32.7	37.5
κ-Carrageenan	390	510	670	17.0	16.5	16.0	23.0	30.9	41.9

**Table 4.** The effect of gums on amylogram data of wheat flour

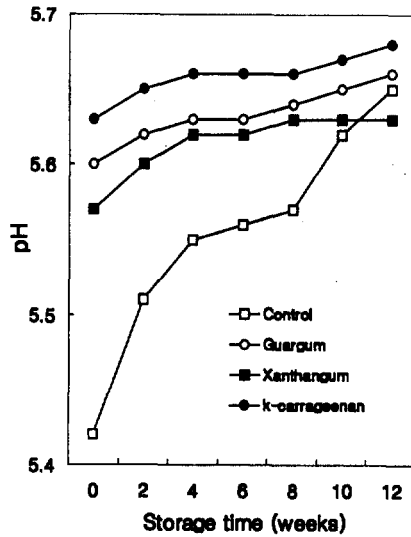
Gums	Gelatinization temperature (°C)	Temperature at maximum viscosity (°C)	Maximum viscosity (B.U)
Control	59.5	91.0	550
Xanthangum	58.0	90.0	690
Guargum	58.0	89.0	780
κ-Carrageenan	58.0	89.0	760

동안 크게 증가하였으며, 신장성은 대조구와 유사하였다. 또한 R/E 비율은 45분 발효시 대조구가 20.9를 보인 반면 xanthangum 첨가구는 22.5, guargum 첨가구는 25.0, 그리고 κ-carrageenan 첨가구는 23.0을 보여 R/E 비율이 검류 첨가구에서 증가하는 패턴을 나타내었으며, κ-carrageenan과 guargum을 첨가시에 더욱 높았다. 이러한 결과는 반죽에 산화, 환원제를 첨가 하였을 때 R/E 비율의 증가로 발효시간을 단축하였다는 보고<sup>(19)</sup>와 유사한 경향을 나타내었고 흡수율이 적으면 글루텐의 흡수량 부족으로 반죽의 유동성이 떨어져 신장성에 대한 저항성이 증가된다는 결과와 일치하였다<sup>(20)</sup>. 이와 같은 저항성의 증가와 신장성이 감소하는 반죽의 물성 변화는 발효중에 발효시간이 길어짐에 따라 일어나는 변화<sup>(21)</sup>이지만 본 실험에서와 같이 검류를 첨가함으로써 대조구에 비하여 저항성 및 R/E 비율을 증가시킬 수 있었다. 이는 발효시간을 단축할 수 있음을 의미하며 또한 실제 빵 제조 시에도 좋은 결과를 줄 것으로 생각된다.

**검류 첨가 반죽의 호화특성**

잘 반죽된 gluten 망상구조에는 전분입자와 가스세포가 공존하고 있으므로, 발효과정 후에 생성되는 더 많은 가스세포와 전분 입자는 오븐 안에서의 물리적 변화에 의해 제빵 적성에 영향을 주기도 한다. 반죽은 열전도율이 낮으므로 처음 오븐에서는 가스 팽창이 서서히 일어나고 60°C가 되면 효모가 불활성화되고 차츰 온도가 상승하면서 가스 세포의 압력증가와 함께 큰 전분의 호화가 시작된다. 대조구와 몇 가지 검류를 첨가한 반죽으로부터 얻은 아밀로그래프의 결과는 Table 4와 같다. 호화개시온도는 대조구가 59.5°C, xanthangum, guargum, κ-carrageenan을 각각 첨가한 반죽이 58°C로 대조구보다 낮게 나타났으며 최고점도는 대조구가 550 B.U이었고, xanthangum, guargum, κ-carrageenan 첨가 반죽이 각각 690 B.U, 780 B.U, 760 B.U를 보여 검류를 첨가한 반죽에서 최고점도가 높았다.

이와 같은 결과는 전분입자들이 수소결합을 통하여



**Fig. 1.** The change of pH in frozen dough after thawing for 16 hrs at 5°C during storage.

직선상과 측쇄상으로 결합되어 있는 결정형과 무정형 분자들로 구성되어 있으며 열을 가하면 결정형 분자의 수소결합이 파괴되면서 무정형 부분이 증가되고, 동시에 전분입자의 수화와 팽윤이 일어나면서 직쇄상의 아밀로스가 용출 되기 시작하여 점도가 상승되고 이 시스템에 검류가 존재하면 점도상승은 더욱 가속화 되는 것으로 생각된다. 이 결과는 Christianson 등<sup>(22)</sup>의 xanthangum 및 cellulose gum을 이용한 연구 결과와 일치하였다. 또한 전분의 cooking 용이성을 예측할 수 있는 최고 점도에서의 온도는 대조구가 91.0°C를 나타내었고 xanthangum 90.0°C, guargum은 89.0°C 그리고 κ-carrageenan 89.0°C를 나타내어 검류 첨가시 전분의 호화온도가 낮아질 수 있다는 것을 보여주었다.

**검류 첨가가 반죽 pH에 미치는 영향**

냉동반죽을 저장기간 별로 5°C에서 저온 해동한 후 pH를 측정된 결과는 Fig. 1에서의 같이 반죽을 제조하였을 때의 pH는 대조구가 5.41, xanthangum 첨가반죽이 5.57, guar gum 첨가반죽이 5.60, κ-carrageenan 첨가반죽이 5.63이었으며, 냉동기간이 증가함에 따라 대조구 및 시험구의 pH는 모두 증가하는 경향을 보였다. 또한 대조구에 비하여 검류를 첨가한 반죽의 pH는 제조 직후부터 냉동 12주까지 변화가 거의 없이 안정적인 패턴을 보였다. 그러나 냉동반죽을 저온해동 후 28°C에서 1시간 동안 발효를 시킨 반죽의 pH는 저온해동 후 측정된 pH와 큰 차이를 보였다. Fig. 2에서와 같이 대조구, xanthangum, κ-carrageenan 첨가 반죽

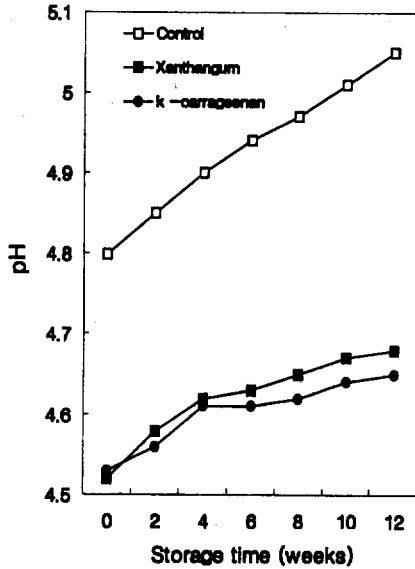


Fig. 2. The change of pH in frozen dough after thawing for 16 hrs at 5°C and final 1 hr at 28°C during storage.

의 제조 직후 반죽을 발효시켰을 때의 pH는 각각 4.80, 4.52, 4.53이었으며 냉동 12주에는 5.02, 4.66, 4.61을 나타내어 모든 시험구에서 저장기간에 따라 pH가 증가되었으나 검류를 첨가한 반죽의 pH 변화는 매우 적었다.

Rogers<sup>(23)</sup>는 반죽중의 가스 발생력에 가장 큰 영향을 주는 요인으로 효모의 함량과 품질, 당의 함량과 종류 등 이외에도 효소, 손상전분량, 반죽온도, 이스트후드의 종류 및 함량, 반죽의 pH 등이 중요하다고 하였다. 반죽 안에서는 이들 요인들이 개별적 그리고 복합적으로 상호 작용하여 효모의 가스 발생력에 영향을 미치며 특히 반죽의 pH가 낮을수록 가스 발생력이 증가한다고 하였다. 이는 본 실험의 시험구중 pH가 가장 낮았던 xanthangum 및 k-carrageenan 첨가반죽의 빵 부피가 가장 큰 것과 일치하였다(자료생략). 또한 대조구 및 모든 시험구에서 냉동 저장기간이 증가할수록 pH가 증가하는 것은 냉동 저장기간이 증가할수록 반죽 내 효모의 가스 발생력이 감소하였음을 나타내는 것으로 생각된다. 이상의 실험결과에서 냉동반죽을 28°C에서 1시간 동안 발효를 시켰을 때 xanthangum 및 k-carrageenan 첨가반죽의 pH가 냉동기간이 증가될수록 대조구에 비하여 비교적 안정적으로 낮게 나타났는데 이러한 결과는 냉동 기간동안 대조구보다 xanthangum과 k-carrageenan 첨가 시험구의 반죽이 냉동장해를 적게 받아서 비교적 높은 효모생존율과 이에 따라 낮은 pH를 나타낸 것으로 보여진다.

Fig. 3. Scanning electron micrograph of dough ( $\times 1000$ ).

#### 검류 첨가 반죽의 미세구조의 관찰

동결저장된 다양한 반죽의 단면 미세구조를 주사현미경(SEM)을 통해 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 그림에서와 같이 냉동반죽의 미세구조는 gluten 막을 구조로 하여 전분입자들로 구성되어 있다. Bechtel 등<sup>(24)</sup>은 반죽이 적절하게 혼합되면 반죽 속의 글루텐은 얇은 막으로 변형되고 그 막을 중심으로 전분이나 다른 부재료들이 침투되어 있거나 분산되어 있으며 발효가 진행됨에 따라 반죽에 가스공이 형성된다고 보고하였는데 본 실험의 미세구조 관찰에서도 대조구의 경우 글루텐 매트릭스에 전분이 분산되어 있는 것을 관찰할 수 있었다. 한편 대조구와 검류 첨가 반죽의 미세구조를 비교해 보면 검류를 첨가한 반죽이 대조구에 비하여 gluten 결합이 끊고 구조적으로 안정된 공간을 많이 갖고 있는 것을 볼 수 있었다. 이 결과는 검류 첨가 반죽의 경우 흡수율이 높기 때문에 혼합시간이 대조구에 비하여 상대적으로 길어져 다른 재료 분산성에 영향을 미치고 반죽에 첨가된 k-carrageenan 등의 검류가 단백질과의 복합체를 잘 형성하였기 때문인 것으로 생각된다. 이상의 실험에서 xanthangum, k-carrageenan을 반죽 제조시에 첨가할 때 development time, 수분흡수율, R/E 비율 및 최고점도가 증가하였고 최고점도에서의 온도는 감소하였으며, 반죽의 미세구조도 밀가루 반죽에 비하여 안정되어 있음을 관찰할 수 있었다. 이는 향후 k-carrageenan을 첨가한 냉동반죽을 빵 제조시에 이용하면 빵의 품질에 좋은 영향을 줄 것으로 생각된다.

요 약

냉동반죽 제조시 xanthangum, guar gum, κ-carrageenan을 반죽에 각각 첨가하여 12주 동안 냉동저장 하면서 이들이 반죽의 품질에 미치는 영향을 파리노그램, 익스텐소그램, 아밀로그래프 등의 리올로지 특성과, pH 변화, 반죽의 물리적 구조를 통하여 비교검토하여 냉동반죽의 동해방지제로서의 가능성을 조사하였다. 검류 첨가가 반죽의 리올로지 특성에 미치는 영향을 조사한 결과 파리노그램 특성중 검류 첨가 반죽의 수분 흡수율, 반죽형성시간, 기계적 내성이 대조구에 비하여 증가하였다. 익스텐소그램 특성중 검류 첨가 반죽의 저항도는 크게 증가하였고 신장도는 대조구와 같아 R/E 비율은 대조구에 비해 증가하였다. 아밀로그래프 특성중 호화개시온도는 대조구가 59.5°C이었으며, 검류 첨가 반죽이 58°C로 나타나 대조구의 호화개시 온도가 높았으나, 최고점도는 대조구가 550 B.U, xanthangum, guar gum, κ-carrageenan 첨가반죽이 각각 690, 780, 760 B.U를 보여 검류첨가 반죽의 최고 점도가 높았다. κ-carrageenan 및 xanthangum 첨가 반죽의 pH는 대조구에 비하여 냉동 저장 기간중 낮게 나타나 냉동 저장중 반죽의 냉동장해를 적게 받은 것으로 나타났다.

문 헌

1. Pisesookbuntern, W. and D'apponia, B.L. Bread staling studies(I). Effect of surfactants on moisture migration from crumb to crust and firmness values of bread crumb. *Cereal Chem.* 60: 298-300 (1983)
2. Krog, N., Olesen, S.K., Toernaes, H. and Joensson, T. Retrogradation of the starch fraction in wheat bread. *Cereal Food World* 24: 281-285 (1989)
3. Ward, K.E.J., Hosney, R.C. and Seib, P.A. Retrogradation of amylopectin from maize and wheat starches. *Cereal Chem.* 71: 150-155 (1994)
4. Zeleznak, K.J. and Hosney, K.C. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chem.* 63: 407-411 (1986)
5. Xu, A., Chung, O.K. and Ponte, J. Bread crumb amylograph studies(I). Effect of shortening, flour lipid and surfactant. *Cereal Chem.* 69: 495-501 (1992)
6. Chamberlain, N., Collins, T.H. and Mcdernott, E.E. α-amylase and bread properties. *J. of Food Technol.* 16: 127-152 (1981)
7. Cho, N.J., Lee, S.K. and Joo, H.K. Effect of wheat flour brew with *Bifidobacterium bifidum* on rheologi-

- cal properties of wheat flour dough. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 30: 832-841 (1998)
8. Davis, B. and Rogers, D.E. Quality preservation in frozen rolls. *Bakers Digest* 54: 10-14 (1980)
9. Davis, E.W. Shelf-life studies on frozen dough. *Bakers Digest* 55: 12-17 (1981)
10. Jackel, S.S. Frozen dough opportunities keep heating up. *Cereal Foods World* 36: 529-535 (1991)
11. Autio, K. and Sinda, E. Frozen doughs rheological changes and yeast viability. *Cereal Chem.* 69: 409-413 (1992)
12. Inoue, Y., Sapirstein, N.D., Takayanagi, S. and Bushuk, W. Studies on frozen doughs(III). Some factors involved in dough weakening during frozen storage and thaw-freeze cycles. *Cereal Chem.* 71: 118-121 (1994)
13. Hsu, K.H., Hoseny, R.C. and Seib, P.A. Frozen dough(I). Factors affecting stability of yeasted doughs. *Cereal Chem.* 56: 419-424 (1979)
14. 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)
15. Dubois, D.K. and Blockcolsky, D. Frozen bread dough, effect of additives. *Am. Inst. Baking Tech. Bull.* 8: 1-7 (1986)
16. A.A.C.C. Approved method of the American association of cereal chemists. 8ed, p. 77 (1983)
17. Varriano-Marston, E., Hsu, H.K. and Mahdi, J. Rheological and structural changes in frozen dough. *Bakers Digest* 54: 32-34 (1980)
18. Hosney, R.C., Hsu, K.H. and Junge, R.C. A simple spread test to measure the rheological properties of fermentation dough. *Cereal Chem.* 56: 141-148 (1979)
19. Cho, N.J., Hur, D.K. and Kim, S.K. The effect of ascorbic acid and L-cysteine on rheological properties of wheat flour and no-time dough method. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 21: 800-807 (1989)
20. Tsen, C.C. Chemical dough development. *Bakers Digest* 47: 44-46 (1973)
21. Cullen-Refai, A., Faubion, J.N. and Hosney, R.C. Lubricated uniaxial compression of fermenting dough. *Cereal Chem.* 65: 401-406 (1988)
22. Christianson, D.D., Hodge, J.E., Osborne, D. and Detroy, R.W. Gelatinization of wheat starchs modified by xanthangum, guar gum, and cellulose gum. *Cereal Chem.* 58: 513-517(1981)
23. Rogers, D.E. Baking science. American Institute of Baking. Chap.1, p. 1-23 (1997)
24. Bechtel, D., Pomeranz, B.Y. and de Francisco, A. Breadmaking studied by light and transmission electron microscopy. *Cereal Chem.* 55: 392-401 (1978)