*J East Asian Soc Dietary Life*
*16(4): 429~437 (2006)*



# 냉동 증편 반죽의 저장 온도 차이에 따른 증편의 품질 특성

최 원 석 · 우 경 자†

인하대학교 식품영양학과

# Quality Characteristics of *Jeung-pyun* Made Rice Batter Stored at Different Freezing Temperatures

**Won-Seok Choi and Kyung-Ja Woo†**

*Dept. of Food and Nutrition, Inha University, Inchoen 402-751, Korea*

## Abstract

**The quality of *Jeung-pyun* made with frozen rice batter was evaluated according to variations in the freezing temperature of the batter. The physicochemical sensory and rheological characteristics of *Jeung-pyun* were analyzed. The rice batter was stored at −20℃, −40℃, and −70℃ for up to 4 weeks. Statistical data analysis was completed using the SAS program. The pH, and brix percentage of *Jeung-pyun* batter decreased during the fermentation. In carbon dioxide evolution during fermentation, the levels of the sample stored at −40℃, and −70℃ for 3~4 weeks were significantly higher than that of the sample stored at −20℃. The *Jeung-pyun* moisture content was not significantly affected by freezing temperature or storage times. Specific volume of *Jeung-pyun* made with rice batter stored at −40℃, and −70℃ for 4 weeks was significantly higher than that stored at −20℃. In sensory evaluation of the stored sample for 4 weeks, the overall quality of *Jeung-pyun* was not significantly different between with the control and the -20℃ sample, and between the control and the −40℃ sample. Among the rheological properties measured with a rheometer on *Jeung-pyun* made with batter stored sample for 4 weeks at −20℃, −40℃ and unfrozen batter, the hardness was increased over the storage time, but the difference was not significant. In conclusion, the most suitable freezing temperature of the rice batter for the manufacture of *Jeung-pyun* was proposed to be −40℃.**

**Key words : *Jeung-pyun*, frozen batter, carbon dioxide, sensory evaluation, rheological characteristics.**

## 서 론

떡은 보편성과 토착성을 지닌 우리나라 고유의 간식인 동시에 편이식으로서 시식(時食)과 관혼상제(冠婚喪祭) 등 상차림의 필수 음식으로 우리와 함께 하여 왔다(Lee JS 1998). 그러나 우리의 식생활에서 떡의 가치는 점점 위축되어 가고 있는 실정이다. 이러한 현상은 교통과 통신의 발달로 인한 식문화 유입의 가속화에 따른 식생활의 변화에 기인한다고 할 수 있다. 또한 떡의 저장성과 제조 과정의 번거로움 등으로 인한 산업화의 어려움으로 떡의 섭취가 줄어들고 있다(Lee JS 1999).

우리나라의 떡 종류에는 서구식의 빵과 대등한 발효 원리에 의하여 만들어지고 또한 오늘날까지 특별한 기호의 대상으로 꾸준히 전해 내려오는 증편이 있다(Kim CH 1970). 증편은 기주떡, 술떡, 벙거지떡 등 명칭이 다양하며, 소화가 잘 되고 잘 쉬지 않으며 노화 속도가 느려 저장성이 우수한 전통 식품이다(Kim *et al* 1995). 특유한 식감으로 높은 기호도가 예상되는 전통 식품이지만(Choi *et al* 1996a,b) 그럼에도 불구하고 제조 과정의 불투명함 등으로 가정에서 손쉽게 접하기는 어려운 형편이다. 이러한 전통 증편을 가정에서 손쉽게 제조하여 먹을 수 있도록 제빵에서의 냉동생지 제빵법을 증편 제조에 적용하고자 하였다.

신선한 빵을 선호하는 소비자의 요구에 응하기 위해 제조되기 시작된 냉동 반죽 제빵법은 1954년경 미국에서 제조되기 시작하여 1960년대 들어서 현저히 신장하고 있다(Lee *et al* 2001). 냉동 반죽은 반죽을 −38℃~−40℃에서 급속 동결시킨 후 −18℃~−20℃에서 보존하여 효모 및 효소의 활성을 억제시키고 gluten의 약화 현상을 최대한 방지하여 반죽의 제빵적성을 장기간 유지 보존시키는 것으로(Lee *et al* 2001) 이때 사용되는 이스트는 냉동 장해를 극복하기 위하여 냉동에 대한 내성이 강한 이스트가 사용된다(Hino *et al* 1987).

일반적으로 급속 냉동은 최대 빙결정 형성대인 0~−3℃에

† **Corresponding author** : Kyung-Ja Woo, Tel : +82-32-860-8122, Fax : +82-32-862-8120, E-mail : kjwoo@inha.ac.kr

서 30분 또는 그 이하의 시간에서 행하여지고 있다. 그러나 효모를 이용하는 발효 식품에서는 급속 냉동하였을 때 얼음 결정의 크기뿐 아니라 냉동에 따른 효모의 활성 감소도 고려되어야 한다. Bender & Lamb(1977)에 따르면 반죽의 냉동 속도가 0.05~0.5℃/min일 때 저장기간 동안 효소 활성의 감소를 초래하므로 -40℃ 보다, -20℃에서 천천히 냉동하는 것이 효소 활성의 저해가 적다고 하였고 액체 침지 냉동기(liquid immersion freezer)로 -20℃에서 냉동하는 것이 air freezer로 냉동하는 것보다 최대 빙 결정 생성대 감소, 냉동율, yeast 생존력을 유지하는데 효과적이다고 보고한 바 있다(Kim & Koh 2002).

현재까지 보고된 증편 연구에서 이스트를 사용하여 제조한 증편의 조리 과학적 연구(Kim CH 1970, Kang & Choi 1993a,b)는 있었으나 생 이스트를 이용한 연구는 없는 실정이며 더욱이 증편 반죽의 냉동에 관한 연구는 Choi *et al*(2003) 외엔 현재까지 보고된 바 없다.

이에 본 연구에서는 제빵 산업에서 이용되고 있는 냉동 반죽 제빵법을 적용하여 증편의 대중화를 도모하고자 내 냉동성 생 이스트를 첨가한 반죽을 제조하여 -20℃, -40℃, -70℃에서 4주 동안 냉동 저장하면서 해동한 반죽으로 발효 시간에 따른 이산화탄소 발생량과 이화학적 특성을 측정하였고 증편을 제조하여 증편의 수분과 비체적, 관능적 특성, 물성 변화를 측정하여 증편 반죽의 냉동 온도가 증편의 품질에 미치는 영향을 알아보았다.

## 실험 재료 및 연구 방법

### 1. 실험 재료

증편제조의 재료로는 쌀, 정백설탕(제일제당), 제재염(한주소금, NaCl 88% 이상), 물, 생 이스트(오뚜기 조흥화학)를 사용하였다. 쌀은 Woo *et al*(1998)의 연구에서 3시간 발효 시 발효 적성이 가장 좋은 결과를 보인 일품벼를 농촌진흥청 작물시험장으로부터 백미상태(2001년 9월)로 구입하여 -20℃에 보관하면서 사용하였다.

### 2. 증편 반죽의 제조 및 냉동처리

#### 1) 재료 전 처리 및 배합

쌀을 증류수로 3회 수세하여 충분한 물에 담가 20℃ 항온기(동양과학, 인천)에서 2시간 동안 불렸고, 그 외의 비율은 Shin & Woo(1999), Lee & Woo(2001)와 Nam & Woo(2002)의 연구를 참고하여 불린 쌀 중량에 대해 물 56%, 설탕 15%, 소금 0.8%를 첨가하였다. 또한 이스트 첨가량은 예비 실험을 거쳐 불린 쌀 중량의 4%를 첨가하였다.

#### 2) 증편의 제조

불린 쌀을 체에 받쳐 30분간 물기를 빼고, 각각의 첨가 재료를 조건대로 넣은 후 분쇄기(F.I.R. MIX, Fir전자(주))로 2분 동안 갈아 걸쭉한 상태가 되도록 하였다. 반죽을 1 L beaker에 넣고 수분 증발을 막기 위해 알루미늄 호일로 덮어 30℃ 항온기(동양과학, 인천)에 3시간 동안 발효시켰다(1차 발효). 발효시킨 반죽을 종이컵(직경 5 cm, 높이 7 cm)에 60 g씩 담고 찜통에 물이 끓을 때 불을 끄고 즉시 시료를 넣어 30분간(약 60℃) 2차 발효시켜 부풀린 다음 강한 불에서 30분간 쪘다. 불을 끈 후 뚜껑을 열고 30분간 실온에서 방치한 후 시료로 사용하였다.

#### 3) 증편 반죽의 냉동 처리

반죽을 발효하지 않고 제조 즉시(Baguena *et al* 1991, Kim DH 2001) 비체적 실험 샘플은 160 g씩, 그 외 실험 샘플은 40 g씩을 각각 비닐(20 cm×25 cm 지퍼백)에 넣고 -20℃(CF-1022D, Sam sung), -40℃(LG-Hanbit, 한빛산업), -70℃(Model OPR-DFC-200CE, Operon Co, Ltd.)에 4주간 저장하였다. 이때 반죽의 온도는 디지털 온도계(TES-1304, TES Electrical Electronic Corp, Taiwan)를 이용하여 10분 간격으로 반죽 내의 온도 변화를 측정하였다.

### 3. 증편 반죽의 이화학적 특성 분석

#### 1) pH

증편 반죽의 pH는 Mathason IJ(1978)의 방법에 따라 측정했다. 증편 반죽을 만든 직후와 발효 1, 2, 3시간에 반죽 5 g을 취하고 2차 증류수를 25 mL 가하여 저어주면서 pH meter(Model 720p, Lstek)를 사용하여 측정하였다.

#### 2) 당 도

증편 반죽을 만든 직후와 발효 1, 2, 3시간에 반죽 1 g을 취하고 2차 증류수 4 mL를 가하여 1,200 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 그 상층액을 측정 범위가 Brix 0~32%인 당도계(Atago digital refractometer PR-1, Tokyo, Japan)를 이용하여 반죽의 당도를 측정하였다.

#### 3) 이산화탄소 발생량

증편반죽에서의 이산화탄소 발생량은 Tamura *et al*(1986)의 방법으로 Meisel flask를 사용하여 측정했다(Fig. 2). 반죽 10 g 을 넣어 항온기(동양과학, 인천 : 30℃)에서 발효시키면서 매시간 꺼내어 중량을 측정하여 감소하는 중량(mg)을 이산화탄소 발생량으로 하였다.

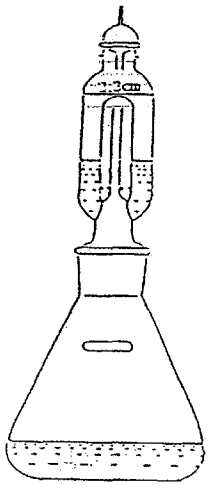

**Fig. 1. Meisel flask.**

### 4. 증편의 특성 분석

#### 1) 부피와 비체적

증편 표면에 polyethylene film을 밀착시킨 후 중량을 측정하고 물 치환법을 이용하여 부피를 측정하였으며 비체적은 증편의 중량에 대한 증편의 부피비로 산출하였다.

#### 2) 수 분

제조한 증편을 polyethylene film으로 포장하여 20℃에서 하루 동안 저장한 과정을 거친 뒤, 증편의 중심부에서 증편 시료 1 g 을 취하여 moisture balance(HA 300, Precisa, Dietikon, Switzerland)로 수분을 측정하였다.

#### 3) 관능검사

증편을 이화학적으로 측정한 결과 -40℃와 -70℃의 냉동 반죽과 증편에서 유의한 차이가 없어 본 관능검사에서는 -20℃와 -40℃에서 4주간 냉동한 반죽으로 만든 증편을 냉동시키지 않은 대조군과 비교하면서 관능검사를 실시하였다.

4주 냉동된 반죽을 해동하고 3시간 발효하여 증편을 제조하였으며 대조군으로는 냉동시키지 않은 반죽으로 증편을 제조하였다. 제조직후 30분 후에 증편을 부채꼴 모양으로 일정하게 3등분하여 polyethylene film으로 포장하고 시료번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 지정한 후 직경이 25 cm인 흰 접시에 담고 물과 함께 제공하였다. 특성은 크게 외관, 향미, 맛, 텍스처, 전체적인 선호도의 5가지 항목으로 평가하였다. 7점 척도법을 사용하였고 숫자가 클수록 그 정도가 강한 것을 나타내었다. 관능검사 요원은 인하대학교 식품영양학과 학부생 4명, 대학원생 4명을 선발하여 증편의 관능검사에 대한 예비 교육을 마친 후 3회에 걸쳐 실시하였다.

**Table 1. Instrument condition of rheometer**

| Measurement | Condition |
|---|---|
| Plunger diameter | 10 mm |
| Table speed | 60 mm/min |
| Distance | 50% |
| Sample size | 10 × 10 mm |
| Load cell | 2 kg |

#### 4) 기계적 검사

증편의 조직감을 측정하기 위해 증편을 제조한 후 3일간 실온(20℃)에서 저장하는 동안의 텍스처 변화는 Rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co, Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 two bite compression test를 실시하였으며 측정 시 조건은 Table 1과 같다. 측정된 시료는 증편의 중간 부분만을 가로, 세로, 높이 각 1cm씩 일정한 크기의 정육면체로 자른 후 사용하였다. 측정된 parameter들은 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(adhesiveness)을 측정하고, 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 한 시료 당 9회 반복 측정하여 평균치로 하였다.

### 5. 통계처리

본 실험을 통해 얻어진 데이터들은 SAS/PC program을 이용하여 분산 분석(analysis of variance), Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test), Tukey의 다중 범위 검정(Tukey's multiple range test) 등을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 증편 반죽 냉동시의 내부 온도 변화

본 실험에 사용한 냉동온도 -20℃, -40℃, -70℃의 냉동기에 증편 반죽 시료를 넣었을 때 시료 내부의 온도 하강 속도를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

-20℃와 -40℃에서는 초기에 온도가 서서히 내려갔으나 -70℃에서는 급속히 내려가 차이를 보였으며 그 후에는 냉동 온도별로 차이가 있었다. 평균 온도 하강 속도는 -20℃의 경우 0.14℃/min, -40℃는 0.49℃/min, -70℃는 0.62℃/min의 온도 하강 경향을 보였다. 빵 반죽은 냉동 속도가 0.05~0.5℃/min일 때 이스트의 활성 감소를 초래한다고 하였다(Bender & Lamb 1997). 따라서 -20℃의 냉동 조건은 효모 활성 감소 범위에 속하나 -40℃의 경우는 그 경계에 있어 이스트 활성의 감소가 적을 것으로 보이며 -70℃의 경우는 이 범위를 벗어나 효소 활성 감소에 크게 영향을 주지 않을 것으로 보인다. 즉 -20℃와 -40℃의 경우는 초기에 온도가 서서히 내

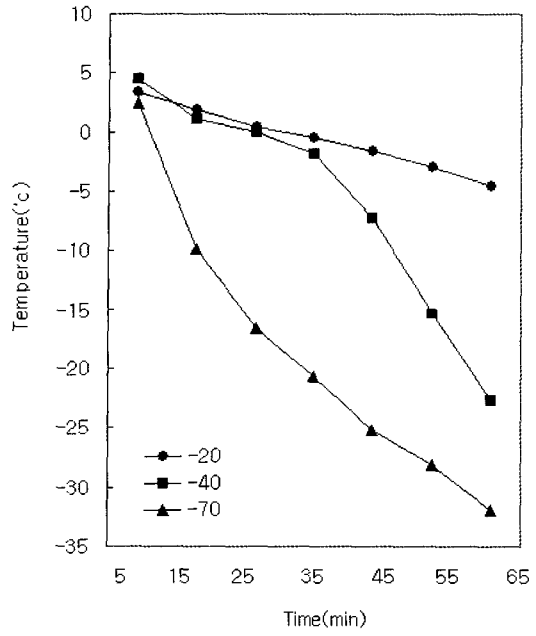


**Fig. 2. Temperature change of *Jeung-pyun* batter in freezer.**
—●— : *Jeung-pyun* of freezing batter at −20℃.
—■— : *Jeung-pyun* of freezing batter at −40℃.
—▲— : *Jeung-pyun* of freezing batter at −70℃.

려가 0℃에 도달하는 시간이 상당히 걸리므로 반죽이 냉동기에 들어간 경우 상당 시간 동안 이스트가 활동할 시간이 있는 것으로 보인다. 이것은 0℃에 도달할 때까지는 반죽 내에서 이스트가 활동을 하다가 0℃에 도달하면 냉해를 입어 해동 후에 이스트 활동이 저하되는 것으로 보인다(Hiroyasu K 1994). 즉, 활동성 이스트가 −20℃에서 냉동된 경우에 이스트의 활성이 상당히 상실되는 것으로 사료된다.

이상의 결과 −20℃ 저장 반죽의 이스트가 −40℃, −70℃보다 냉해를 많이 입을 것으로 보여진다.

## 2. 증편 반죽의 냉동 온도 및 냉동 기간에 따른 pH의 변화

냉동 반죽을 해동하여 30℃에서 발효시키면서 측정한 반죽의 pH는 Table 2와 같다.

각 냉동 온도별 반죽의 pH 변화는 모든 시료에서 경미한 변화의 차이는 있으나 발효 시간이 경과함에 따라 감소하였고 이러한 결과는 반죽의 발효 중 pH 저하를 보고한 Park & Suh(1994), Kim & Lee(1985), Cho *et al*(1994), Lee JM(1994), Chun HK(1992)의 결과와 일치하였다. 증편 반죽의 경우 이러한 pH 감소의 원인은 첨가된 탁주에서 이행된 젖산균의 증식에 기인된다. 일반적으로 제빵 시 pH 5에서 빵의 부피가 최대이며 발효 중 반죽의 pH는 5.0~5.5 사이로 감소한다고

**Table 2. Changes in pH of *Jeung-pyun* batters during fermentation according to the freezing storage**

| | | Freezing time(weeks) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F.T.[1)] | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| −20℃ | 0 | 4.75 | 4.80 | 4.79 | 4.83 | 4.81 |
| | 1 | 4.69 | 4.56 | 4.27 | 4.51 | 4.78 |
| | 2 | 4.45 | 4.37 | 4.11 | 4.37 | 4.70 |
| | 3 | 4.11 | 4.27 | 3.98 | 4.24 | 4.63 |
| −40℃ | 0 | 4.75 | 4.41 | 4.64 | 4.63 | 4.73 |
| | 1 | 4.69 | 4.41 | 4.08 | 4.40 | 4.58 |
| | 2 | 4.45 | 4.28 | 3.96 | 4.23 | 4.16 |
| | 3 | 4.11 | 4.08 | 3.93 | 4.05 | 4.07 |
| −70℃ | 0 | 4.75 | 4.72 | 4.46 | 4.71 | 4.63 |
| | 1 | 4.69 | 4.55 | 4.32 | 4.50 | 4.37 |
| | 2 | 4.45 | 4.45 | 4.21 | 4.23 | 4.10 |
| | 3 | 4.11 | 4.36 | 3.91 | 4.01 | 3.94 |

[1)] Fermentation time(h).

한다. 제빵 시에 사용되는 *Saccharomyces cerevisiae*의 활성은 pH 4.0~6.0 사이가 최적이라고 한다(Sin *et al* 2001). 그러나 본 실험의 pH 4~4.7의 결과는 다소 낮은 경향을 보이지만 이것은 아마도 본 실험에 사용된 내 냉동성 생 이스트의 성분에 기인한 것으로 첨가 미생물의 양 또는 종류의 차이의 영향으로 보여진다.

또한 냉동한 시료를 해동한 후 30℃ 에서 발효시켜 발효 3시간째의 pH를 냉동 온도별로 비교하면 냉동 안한 대조군은 pH가 4.1이었으며 저장 1주에서는 냉동 온도별로 약간의 차이를 보여 4.08~4.36의 차이를 보였고 저장 2주(pH 3.91~3.98)와 3주(4.0~4.27)에서는 거의 비슷한 수준이었으나 4주에서는 3.94~4.63으로 큰 차이를 보였다. 즉 −70℃는 3.94, −40℃는 4.07, −20℃는 4.63으로 −40℃와 −70℃는 비슷한 수준이었으나 −20℃의 pH가 상당히 높았다. 이는 저장 온도가 −20℃인 시료는 저장 시 온도가 내려가는 속도가 느림에 따라 이스트의 생육이 어느 정도 실행됨으로 인한 이스트의 냉해로 이스트 손상(Hiroyasu K 1994)이 일어나 해동 후 발효 시 활동이 저하되었기 때문이 아닌가한다 또한 저장 3주의 경우는 2주보다 전반적으로 pH가 증가하였다. 이는 저장으로 인한 이스트 발효능의 감소로 보이며, 저장 4주의 경우는 −20℃와 −40℃의 시료는 3주보다 증가하는 경향이나 −70℃ 시료는 3주보다 감소되는 경향이므로 −20℃와 −40℃ 보다는 −70℃의 저장의 경우가 이스트의 기능이 보존되는 것으로

보이나 pH의 감소와 증가 정도가 미미하여 확실히 언급하기는 어려운 실정이다.

### 3. 증편 반죽의 냉동기간에 따른 당도의 변화

냉동 온도에 따른 냉동 반죽 해동 후 발효 시(30℃)의 당도 변화는 Table 3과 같다. 모든 실험군에서 발효 즉시 급격히 감소하는 경향을 나타내었고 앞서 pH의 결과와 유사함을 보였다. 이러한 결과는 발효 1시간 이후에 당도가 감소한 Nam & Woo(2002)의 보고와는 다른 결과를 보였다. 이것은 탁주를 이용해서 제조한 증편과 달리 본 실험에 이용된 이스트는 활성이 매우 높은 것에 기인한다고 보여진다.

**Table 3. Change in Brix(%) of *Jeung-pyun* batters according to the freezing storage**

| | | Freezing time(weeks) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F.T.[1)] | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| -20℃ | 0 | 2.3 | 1.9 | 1.4 | 2.0 | 1.4 |
| | 1 | 1.9 | 1.5 | 1.7 | 1.6 | 0.7 |
| | 2 | 1.2 | 1.2 | 0.5 | 1.2 | 0.6 |
| | 3 | 1.2 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.7 |
| -40℃ | 0 | 2.3 | 1.9 | 1.4 | 1.8 | 1.3 |
| | 1 | 1.9 | 1.5 | 0.9 | 1.9 | 0.9 |
| | 2 | 1.2 | 1.1 | 0.5 | 1.3 | 1.3 |
| | 3 | 1.2 | 0.4 | 0.3 | 0.9 | 1.2 |
| -70℃ | 0 | 2.3 | 0.9 | 1.8 | 2.2 | 1.7 |
| | 1 | 1.9 | 0.5 | 1.3 | 1.7 | 1.3 |
| | 2 | 1.2 | 0.4 | 0.2 | 1.4 | 1.4 |
| | 3 | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 1.1 |

[1)] Fermentation time(h).

또한 발효 3시간째의 당도를 냉동 온도에 따른 차이로 비교할 때 저장 1주에는 모든 시료가 급격히 저하하였고 저장 3주에는 다시 상승하였으며 4주째도 3주와 비슷하나 -20℃의 시료보다 -40℃, -70℃의 당도가 높았다.

-20℃에 저장한 반죽내의 이스트 활성이 냉동 초기에 살아 있기 때문에 이스트에 의한 전분의 당화, 발효 작용으로 당이 감소되었거나 이스트의 활성이 낮아져 당화 능력이 떨어져 당도가 낮은 것으로 해석된다.

### 4. 냉동 온도별 증편 반죽의 $CO_2$ 발생량 비교

냉동한 반죽을 해동하여 발효 3시간 동안의 $CO_2$ 발생량을 측정한 결과 Table 4와 같이 $CO_2$ 발생량은 저장 기간에 따라 감소하는 경향이나 유의적 차이는 없었고, 냉동 3주와 냉동 4주에서는 냉동 -20℃(85 mg, 75 mg)보다 냉동 -40℃(100 mg, 175 mg), -70℃(105 mg, 125 mg)에서 높았으며 유의적 차이가 있었다. Koh BK(2002)에 따르면 빵 반죽의 경우 -40℃보다 -20℃에서 천천히 냉동하는 것이 이스트 활성의 저해가 없다고 하였으나 본 실험 결과는 -20℃보다 -40℃에서 냉동한 반죽의 $CO_2$ 발생량이 많았다. 이것은 냉동 속도 및 효소 활성의 차이에 기인한 것으로 보여진다.

### 5. 증편의 부피, 비체적 및 수분 측정

발효 시간을 3시간으로 하여 증편을 제조한 후 부피와 비체적을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 전체적으로 비체적은 -20℃ 시료와 -40℃ 시료는 저장 기간에 따라 감소하는 경향이나 -70℃ 시료는 오히려 저장 3주와 4주 시료의 비체적이 증가한 경향이었고 유의적 차이가 있었다. 3주와 4주 냉동에서는 -20℃ 시료가 낮았고 -40℃ 시료와 -70℃ 시료가 비슷하게 높았다. 부피 역시 비체적과 같은 결과를 나타내었으며 앞의 $CO_2$ 발생량과 비슷한 경향임을 알 수 있었다.

4주간 냉동 저장한 증편 반죽을 해동하여 제조한 증편의 수분 함량은 Table 6과 같이 대조군은 58.73%이었으나 -20℃ 냉동 시료에서는 60.66~64.76%의 범위에서 변화가 있었고

**Table 4. Carbon dioxide evolution during fermentation in *Jeung-pyun* batters with different freezing temperature and freezing weeks** (mg/mL)

| Freezing temperature | Freezing time(weeks) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| -20℃ | 220±70.71$^{ax}$ | 235±162.63$^{ax}$ | 105±7.07$^{ax}$ | 85±7.07$^{bx}$ | 75±7.07$^{cx}$ |
| -40℃ | 220±70.71$^{ax}$ | 255±219.20$^{ax}$ | 115±7.07$^{ax}$ | 100±0$^{bax}$ | 175±7.07$^{ax}$ |
| -70℃ | 220±70.71$^{ax}$ | 70± 0$^{ay}$ | 95±7.07$^{ay}$ | 105±7.07$^{ay}$ | 125±7.07$^{by}$ |

$^{x\sim z}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks(row).
$^{a\sim c}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks with different freezing temperature(columns).

-40℃ 냉동시료에서는 63.19~69.83%의 범위, -70℃ 냉동 시료에서는 52.73~65.13%의 범위에서 증감이 있었으나 유의적 차이는 없었고 냉동 온도별 비교에서도 유의적인 차이는 없었다.

### 6. 관능 검사

관능 검사는 $CO_2$ 발생량 실험 결과와 비체적 실험 결과에서 -40℃와 -70℃의 실험 결과가 비슷한 경향이었으므로 -20℃와 -40℃시료만으로 실험을 하였다. 즉 증편 반죽을 -20℃, -40℃에서 4주 냉동한 것을 해동하여 증편을 제조하고 대조군으로는 냉동하지 않은 증편을 제조하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 7과 같다.

-20℃ 냉동 반죽 증편과 즉시 제조한 대조군 증편의 관능검사에서는 풍미(FLA)와 부드러움성(SOF)과 촉촉한 정도(MOI)는 대조군이 높았으나 다른 항목에서는 유의적인 차이가 없이 비슷하였다. -40℃ 냉동 반죽 증편은 색(COL)은 대조군보다 -40℃ 증편이 좋았으나 부드러움성과 촉촉한 정도는 대조군이 높았으며 그 이외의 항목은 유의적 차이는 없었다. 전체적 선호도(OVE)는 -20℃나 -40℃ 저장 증편 모두 대조군과 유의적 차이가 없어 전반적으로 볼 때 냉동 온도 -20℃와 -40℃ 사이에 뚜렷한 차이가 없는 것으로 보인다.

### 7. 물성 변화

증편의 물성 검사도 관능 검사의 경우와 같이 -20℃와 -40℃로 냉동한 시료로만 검사하였다. 즉 냉동 온도를 -20℃와 -40℃로 달리하여 4주간 저장한 반죽으로 제조한 증편을 제조한 날부터 3일 동안 실온에서 저장하면서 Rheometer로 측정한 결과는 Table 8과 같이 시간이 경과함에 따라 경도(HAR)는 다소 불규칙적이긴 하나 시간이 지남에 따라 증가를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 이러한 경도의 증가는 전분질 식품의 노화 과정에서 일어나는 변화 중 가장 두드러진 현상으로 Choi *et al*(1996a,b)의 연구 결과와 일치함을 볼 수 있었다. 또한 냉동 온도간의 유의적인 차이는 없었다. 부착성(ADH)은 저장 시간이 지남에 따라 모든 시료가 감소하였고 저장 2주와 3주에서는 냉동하지 않은 시료가 냉동한 시료보다 부착성이 높았다. 응집성(COH)과 탄력성(SPR), 검성(GUM), 부서짐성(BRI)은 저장 중 냉동 온도 사이의 유의적인 차이가 없었고, 검성은 -20℃ 시료가 저장 기간 1주보다 2, 3주에서 높았다. 따라서 저장 온도에 따른 시료 사이에는 전반적으로 차이가 없는 것으로 사료된다.

**Table 5. Volume, specific volume of *Jeung-pyun* with different freezing temperature and freezing weeks**

| Characteristics | Freezing temperature | Freezing time(weeks) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Volume (mL) | -20℃ | 101.67±2.52$^{az}$ | 140.3 ±5.77$^{ax}$ | 92.50±6.36$^{zb}$ | 117.5 ±2.12$^{ay}$ | 102.0 ±5.66$^{bz}$ |
| | -40℃ | 101.67±2.52$^{az}$ | 147.50±3.54$^{aw}$ | 95.0 ±1.41$^{baz}$ | 131.50±9.12$^{ax}$ | 120.50±0.71$^{ay}$ |
| | -70℃ | 101.67±2.52$^{ay}$ | 95.67±2.31$^{bz}$ | 106.0 ±2.83$^{ay}$ | 126.50±2.12$^{ax}$ | 123.50±2.12$^{ax}$ |
| Specific volume (mg/mL) | -20℃ | 1.74±0.04$^{az}$ | 2.42±0.12$^{ax}$ | 1.69±0.03$^{bz}$ | 2.01±0.01$^{ay}$ | 1.72±0.10$^{bz}$ |
| | -40℃ | 1.74±0.04$^{az}$ | 2.54±0.08$^{aw}$ | 1.66±0.02$^{bz}$ | 2.26±0.14$^{ax}$ | 2.04±0.01$^{ay}$ |
| | -70℃ | 1.74±0.04$^{azy}$ | 1.64±0.04$^{bz}$ | 1.82±0.04$^{ay}$ | 2.16±0.05$^{ax}$ | 2.10±0.09$^{ax}$ |

$^{w\sim z}$ : Duncan's multiple range test in freezing time(row).
$^{a\sim c}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks with different freezing temperature(columns).

**Table 6. Moisture contents of *Jeung-pyun* according to the different freezing temperature and freezing weeks** (%)

| Freezing temperature | Freezing time(weeks) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| -20℃ | 58.73±2.27$^{ax}$ | 62.77± 2.19$^{ax}$ | 61.67± 2.06$^{ax}$ | 64.76±17.80$^{ax}$ | 60.66±3.20$^{ax}$ |
| -40℃ | 58.73±2.27$^{ax}$ | 63.19±13.25$^{ax}$ | 69.83± 0.10$^{ax}$ | 65.84± 7.58$^{ax}$ | 65.58±7.60$^{ax}$ |
| -70℃ | 58.73±2.27$^{ax}$ | 65.13± 6.96$^{ax}$ | 61.06±11.40$^{ax}$ | 52.73± 3.68$^{ax}$ | 60.31±3.13$^{ax}$ |

$^{x\sim z}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks(row).
$^{a\sim c}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks with different freezing temperature(columns).

**Table 7. Sensory evaluation value of *Jeung-pyun* manufactured with different temperature freezing batter**

| Sample | Characteristics | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | COL | SIZ | GRA | FLA | SWE | SOF | CHE | ELA | MOI | OVE |
| UN[1)] | 3.5±0.9$^{a}$ | 4.2±0.3$^{a}$ | 4.5±0.5$^{a}$ | 5.3±0.7$^{a}$ | 3.6±0.3$^{a}$ | 5.7±0.6$^{a}$ | 3.7±0.6$^{a}$ | 4.0±0.5$^{a}$ | 5.9±0.6$^{a}$ | 3.5±0.9$^{a}$ |
| T4[2)] | 4.5±0.3$^{a}$ | 4.0±0.8$^{a}$ | 4.3±0.7$^{a}$ | 4.5±0.3$^{b}$ | 4.2±0.3$^{a}$ | 4.1±0.2$^{b}$ | 4.1±0.2$^{a}$ | 4.3±0.4$^{a}$ | 4.2±0.5$^{b}$ | 4.7±0.3$^{a}$ |
| UN[1)] | 3.0±0.8$^{y}$ | 4.3±0.1$^{x}$ | 4.9±0.6$^{x}$ | 5.4±0.3$^{x}$ | 3.5±0.3$^{x}$ | 5.3±0.7$^{x}$ | 3.6±0.8$^{x}$ | 4.2±0.6$^{x}$ | 5.6±0.6$^{x}$ | 3.7±0.1$^{x}$ |
| F4[3)] | 4.5±0.2$^{x}$ | 4.5±1.0$^{x}$ | 4.0±1.3$^{x}$ | 4.9±0.4$^{x}$ | 3.1±1.0$^{x}$ | 4.1±0.2$^{y}$ | 4.4±0.2$^{x}$ | 4.6±0.4$^{x}$ | 3.9±0.1$^{y}$ | 3.5±0.7$^{x}$ |

$^{a\sim c}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks at −20℃(columns).
$^{x\sim z}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks at −40℃(columns).
1) UN : unfrozen batter *Jeung-pyun*.
2) T4 : *Jeung-pyun* manufactured with freezing batter for 4 weeks, −20℃.
3) F4 : *Jeung-pyun* manufactured with freezing batter for 4 weeks, −40℃.
COL : color, SIZ : size of cell, GRA : grain, FLA : rice wine flavor, SWE : sweetness, SOF : softness, CHE : chewiness, ELA : elasticity, MOI : moistness, OVE : overall quality.

**Table 8. Instrumental characteristics of frozen batter *Jeung-pyun* during the storage days**

| Characteristics | Sample | Storage days | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| ADH | UN[1)] | 255.7± | 60.5$^{ay}$ | 216.7± | 52.0$^{bax}$ | 192.0± | 63.6$^{bax}$ | 139.0± | 35.0$^{bx}$ |
| | T4[2)] | 384.5± | 23.3$^{ax}$ | 201.0± | 83.7$^{bx}$ | 94.3± | 30.0$^{cby}$ | 43.0± | 19.0$^{cy}$ |
| | F4[3)] | 260.3± | 32.7$^{ay}$ | 155.7± | 23.2$^{bx}$ | 79.7± | 23.4$^{cy}$ | 42.0± | 10.4$^{cy}$ |
| COH | UN | 49.2± | 11.8$^{ax}$ | 48.1± | 4.1$^{ax}$ | 58.3± | 21.6$^{ax}$ | 50.4± | 9.3$^{ax}$ |
| | T4 | 40.2± | 11.4$^{ax}$ | 42.4± | 8.6$^{ax}$ | 69.9± | 19.0$^{ax}$ | 65.1± | 12.6$^{ax}$ |
| | F4 | 57.5± | 12.8$^{ax}$ | 52.5± | 2.7$^{ax}$ | 62.2± | 6.7$^{ax}$ | 52.2± | 11.6$^{ax}$ |
| SPR | UN | 84.9± | 27.0$^{ax}$ | 76.2± | 19.5$^{ax}$ | 69.7± | 26.4$^{ax}$ | 101.9± | 0.4$^{ax}$ |
| | T4 | 95.9± | 2.4$^{ax}$ | 50.9± | 0.9$^{bx}$ | 77.4± | 22.6$^{bax}$ | 81.2± | 22.7$^{bax}$ |
| | F4 | 82.0± | 33.4$^{ax}$ | 61.3± | 15.6$^{ax}$ | 84.3± | 16.1$^{ax}$ | 80.5± | 15.3$^{ax}$ |
| GUM | UN | 994.3± | 241.9$^{ax}$ | 957.4± | 90.7$^{ax}$ | 1318.8± | 455.4$^{ax}$ | 1003.3± | 177.76$^{ax}$ |
| | T4 | 804.8± | 237.3$^{bx}$ | 838.8± | 160.3$^{bx}$ | 1353.3± | 43.3$^{ax}$ | 1297.7± | 26.1$^{ax}$ |
| | F4 | 1154.3± | 264.4$^{ax}$ | 1059.1± | 38.4$^{ax}$ | 1392.2± | 390.2$^{ax}$ | 1129.9± | 236.9$^{ax}$ |
| BRI | UN | 867.1± | 421.3$^{bax}$ | 721.5± | 1140.0$^{bax}$ | 506.2± | 67.1$^{bx}$ | 1126.4± | 3.2$^{ax}$ |
| | T4 | 775.0± | 247.2$^{ax}$ | 419.7± | 73.9$^{ay}$ | 724.0± | 42.3$^{ax}$ | 791.4± | 131.7$^{ax}$ |
| | F4 | 1299.4± | 230.1$^{ax}$ | 646.4± | 148.4$^{ayx}$ | 1330.6± | 464.1$^{ax}$ | 933.1± | 383.2$^{ax}$ |
| HAR | UN | 530865.0±109328.9$^{ax}$ | | 543722.0± | 57064.5$^{ax}$ | 514018.5± | 92729.4$^{ax}$ | 583847.9± | 54366.1$^{ax}$ |
| | T4 | 386715.8±169926.4$^{ax}$ | | 581483.6±108289.4$^{ax}$ | | 579982.9±256485.9$^{ax}$ | | 730341.1±130374.5$^{ax}$ | |
| | F4 | 598836.7±80846.7$^{ax}$ | | 568286.2±120012.4$^{ax}$ | | 610312.1± | 75134.3$^{ax}$ | 616002.4±153426.4$^{ax}$ | |

$^{a\sim c}$ : Duncan's multiple range test in storage days at −20℃(row).
$^{x\sim z}$ : Duncan's multiple range test in freezing weeks at −40℃(columns).
1) UN : unfrozen batter *Jeung-pyun*.
2) T4 : *Jeung-pyun* manufactured with freezing batter for 4 weeks, −20℃.
3) F4 : *Jeung-pyun* manufactured with freezing batter for 4 weeks, −40℃.

## 결론 및 요약

증편에 제빵의 냉동 반죽 제빵법을 적용하여 증편을 손쉽게 제조, 보급할 수 있게 하고자 냉동성 생 이스트를 첨가하여 -20℃, -40℃, -70℃에서 4주간 저장하면서 이산화탄소 발생량을 측정하여 이스트의 활성을 측정하고 증편을 제조하여 그의 이화학적 특성, 관능적 특성, 기계적 특성을 검사하여 냉동 온도의 차이가 증편의 품질에 주는 영향을 관찰하였다.

1. 증편 반죽 냉동 시 냉동 온도에 따른 냉각 속도는 평균 -20℃ 냉동은 0.14℃/min, -40℃ 냉동은 0.49℃/min, -70℃ 냉동은 0.62℃/min이었으나 -20℃와 -40℃ 냉동에선 시료 품온이 0℃ 근처까지는 비슷한 수준이고 -70℃ 냉동은 급속히 냉각되는 현상이었다.
2. 냉동 온도 및 냉동 기간에 따른 반죽의 pH 변화는 모든 시료에서 경미한 차이는 있으나 발효 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 냉동 온도별로 보면 냉동 저장 4주 시료의 pH는 -40℃와 -70℃는 비슷한 수준(4.09, 3.94)이었으나 -20℃(4.63)는 상당히 높았다.
3. 증편 반죽 발효 시 당도 변화는 모든 실험 군에서 발효 즉시 급격히 감소하는 경향을 나타내었고 저장 4주째의 시료는 -20℃ 시료보다 -40℃, -70℃ 시료의 당도가 높았다.
4. 발효 시 $CO_2$ 발생량은 냉동 저장 기간에 따라 감소하는 경향이나 유의적 차이는 없었고 냉동 3주와 냉동 4주에서는 냉동 -20℃보다 냉동 -40℃, -70℃에서 높았고 유의적 차이가 있었다.
5. 증편의 비체적은 3주와 4주 냉동에서는 -20℃ 증편이 낮았고 -40℃ 증편과 -70℃ 증편이 비슷하게 높았다. 부피 역시 비체적과 같은 결과를 나타내었다.
6. 증편의 수분 함량은 대조군은 58.73%이었으며 냉동 시료에서는 냉동 온도별, 저장 기간별로 약간의 차이는 있으나 유의적인 차이는 없었다.
7. 증편의 관능검사 결과는 -20℃ 냉동 반죽 증편의 경우 풍미(FLA)와 부드러움성(SOF)과 촉촉한 정도(MOI)는 대조군이 높았고, -40℃ 냉동 반죽 증편의 경우는 색(COL)은 대조군보다 -40℃ 증편이 좋았으나 부드러움성과 촉촉한 정도는 대조군이 높았으며 그 이외의 항목은 유의적 차이가 없어 전반적으로 볼 때 냉동 온도 -20℃와 -40℃ 사이에 뚜렷한 차이가 없었다.
8. 증편의 물성을 측정한 결과는 경도(HAR)는 시간이 경과함에 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었고 냉동 온도 간(-20℃와 -40℃)에도 유의적인 차이는 없었다. 부착성(ADH)은 저장 시간이 지남에 따라 모든 시료가 감소하였고 저장 2주와 3주에서는 냉동하지 않은 시료가 냉동한 시료보다 부착성이 높았다. 그 외의 항목에서는 저장 중 냉동 온도 간에 유의적인 차이가 없었다. 따라서 저장 온도에 따른 시료 간에는 전반적으로 차이가 없는 것으로 사료된다.

이상의 결과로 냉동 온도 -20℃보다는 -40℃, -70℃가 증편의 품질에 좋은 영향을 주는 것으로 보인다.

## 문 헌


Baguena R, Soriano MA, Martinze-anaya MA, Benedito de Barber C (1991) Viability and performance of pure yeast strains in frozen wheat doughs. *J Food Sci* 56: 1690-1698.

Bender LD, Lamb J (1997) The preservation of yeast viability in frozen dough. *J Sci Food Agric* 28: 952-953.

Cho YH, Woo KJ, Hong SY (1994) The studies of *Jeung-pyun* preparation (in standardization of preparation). *Korean J Food Cookery Sci* 10: 322-329.

Choi WS, Rho JO, Woo KJ (2003) A study on freezing possibility of *Jeung-pyun* batter. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 593-600.

Choi YH, Jeon HS, Kang MY (1996a) Sensory and rheological properties of *Jeung-pyun* made with various additives. *Korean J Food Cookery Sci* 12: 200-206.

Choi YH, Jeon HS, Kang MY (1996b) Studies on processing aptitude of various additives on the preparation of *Jeung-pyun*. *J East Asian Soc Dietary Life* 6: 85-92.

Chun HK (1992) Effect of Various Fermenting Aids on the Quality of *"Jeung-pyun"*. ph.D. Sookmyung Women's University of Seoul Korea.

Hino A, Takano H, Tanaka Y (1987) New freeze-tolerant yeast for frozen dough preparation. *Cereal Chem* 64: 269-275.

Hiroyasu Kawai (1994) パン酵母の凍結障害と冷凍耐性酵母の特性. *Korean J Food Cookery Sci* 10: 171-192.

Kang MY, Choi HC (1993a) Studies on the standardization of fermentation and preparation methods for steamed rice bread(Ⅰ) -Effect of various fermentation factors on the expansion and physiognomical characteristics of steamed rice bread- *Korean Rural Life Sci* 4: 13-22.

Kang MY, Choi HC (1993b) Studies on the standardization of fermentation and preparation methods for steamed rice bread (Ⅱ) -Effect of cooking conditions on the acceptability of steamed rice bread- *J East Asian Soc Dietary Life* 3: 165-173.

Kim CH (1970) The studies on improvement of manufacturing technology of Korean native *Jeung-pyun*(fermented and steamed rice bread) -Improvisation of manufacturing

technology by dry-yeast-. *Korean Home Economics Assoc* 8: 292-311.

Kim DH (2001) Investigation of Zone of Maximum Ice Crystal Formation of Frozen Dough, *MS thesis*. Keimyung Univ, Dae-Gu.

Kim DH, Koh BK (2002) Freezing and fermentation curves of the dough frozen at the different freezing condition. *Food Sci Biotechnol* 11: 99-104.

Kim YH, Lee HG (1985) The Effects of partial replacement of rice flour with wheat flour and fermentation time on the characteristics of *Jeung-pyun*. *Korean Home Economics Assoc* 23: 63-73.

Kim YI, Kum JS, Kim KS (1995) Effect of different milling methods of rice flour on quality characteristics of *Jeung-pyun*. *Korean J Food Cookery Sci* 11: 213-219.

Koh BK (2002) Quality characteristics of wheat flour breads with the dough frozen at the different freezing and storage conditions. *Korean J Food Sci Technol* 34: 413-418.

Lee EA, Woo KJ (2001) Quality characteristics of *Jeung-pyun* (Korean rice cake) according to the type and amount of the oligosaccharide added. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 431-440.

Lee JM (1994) Properties of *Jeung-pyun*(fermented steamed rice cake) made with different methods. *Research Report Miwon Research Institute Korean Food & Dietary Culture* 5: 209-247.

Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Kim SM (2001) Effect of gums added in making frozen dough on the characteristics of bread-making. *Korean J Food Sci Technol* 33: 190-194.

Lee JS (1998) Study on university student's consumption pattern and preference of Korean rice cake. *Korean J Food Cookery Sci* 14: 133-139.

Lee JS (1999) Assessment of women's consumption pattern and preference of Korean rice cake. *Korean J Dietary Culture* 14: 447-454.

Mathason IJ (1978) pH and determination control. *Baker's Digest* 52: 703.

Nam TH, Woo KJ (2002) A study quality characteristics of *Jeung-pyun* by the addition of chitosan-oligosaccharide. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 586-592.

Park YS, Suh CS (1994) Changes in pH, acidity, organic acid and sugar content of dough for *Jeung-pyun* during fermentation. *Korean J Dietary Culture* 9: 329-333.

Shin KS, Woo KJ (1999) Changes in adding soybean on quality and surface structure of Korean rice cake(*Jeung-Pyun*). *Korean J Food Cookery Sci* 15: 249-257.

Sin MS, Kim WS, Lee KA, Kim MJ, Yun HH, Kim SR (2001) Foods-Experimented Perspectives, Life Science, Seoul Korea. pp 358.

Tamura M, Hasizume K, Ogawa N (1986) *Tech Rep Jan Yeast Ind. Assoc* 56: 13.

Woo KJ, Shin KS, Hahn YS (1998) The study of changes of microbes during fermentation and quality properties in *Jeung-pyun* added soybean. *J East Asian Soc Dietary Life* 8: 162-172.

(2006년 5월 26일 접수, 2006년 7월 12일 채택)