

냉동생지 제조를 위한 냉동조건 탐색

한 영 숙[†]

성신여자대학교 식품영양학과

Study on the Freezing Conditions for the Frozen-Dough Preparation of Bread

Young-Sook Hahn[†]

Dept. of Food & Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea

Abstract

In order to investigate the optimal factors for frozen dough production, the freezing and thawing condition such as temperature and time, storage period and the effect of ingredient addition were determined. A pre-fermentation of dough at 30°C for 120 minutes was appeared to be the best for the production of frozen dough. The dough was frozen at -18°C and then stored for 7 days. The quality of frozen dough was found to be optimal when thawed at 30°C for 80 minutes. As ingredient of frozen dough, an addition of 3% of yeast and 4% of butter was good as well as the addition of skim milk and sugar in terms of fermentation capacity after thawing.

Key words : Frozen dough, pre-fermentation.

서 론

제빵과 관련된 사람들은 “빵은 제 4의 신선식품이다”라고 말하고 있다(Bushuk et al 1969, He & Hosoney 1992). 이것은 빵 맛에 있어 신선도가 특히 중요한 문제로 공장의 대형화 경향과 배송범위의 확대때문에 소비자에게 신선한 빵이 도달하기 어려워지고 있다. 또 공장에서는 대형공장이라도 예전과 마찬가지로 심야나 새벽작업이 이루어지며 다품종 소량 생산 체제로 업무상의 무리가 생긴다(Tanaka Y 1982, Tanaka & Miyatake 1975).

이 두가지 문제점을 동시에 해결하기 위한 방법으로 냉동 생지 제빵법(frozen dough method)이 채택되고 있으며 이 방법은 발효공정을 끝내고 분할, 정형한 생지를 동결한 것으로 보통 -20°C에서 1~3주 정도 저장된다(Holmes & Hosoney 1987). 해동 후에는 팽창공정인 배로(proofing) 발효와 baking만 하면 되어 항상 신선한 빵이 소비자에게 제공된다. 이러한 잇점 때문에 많은 연구자들에 의해 연구되었으며 최근 국내에서는 증편에도 응용하고자 하는 시도가 있었다(Lee&Kim 2001). 본 연구에서는 냉동 생지 제빵법의 기초자료를 제공하고자 냉·해동온도, 시간, 저장기간별 발효력을

측정하였으며 yeast, butter, 탈지분유, 설탕, NaCl 등의 부재료 첨가량에 따른 냉동 생지의 발효력을 측정하였으므로 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

국내산 밀인 금강밀을 농촌진흥청 작물시험장에서 분양받아 Bühler Test Mill로 60% 체분율로 체분하여 실험에 사용하였다(Nam & Hahn 2000). Yeast는 시판 오투기 생이스트를 방산시장에서 구입하여 4°C에서 저장하면서 사용하였으며 그 외 재료, 버터와 탈지분유는 서울우유 제품을 인근 슈퍼마켓에서 구입하였다.

2. 생지 제조 및 동결저장시험

1) 저당생지제조

저당생지 (밀가루 100 g, yeast 1 g, sucrose 5 g, NaCl 2 g, water 62 mL)를 Kaiser 자동제빵기(UBM-453, (주)카이젤)를 이용하여 반죽하였다.

2) 냉동시험(냉동곡선작성)

생지를 aluminium foil로 싸서 -18°C freezer와 -70°C

[†]Corresponding author : Young-Sook Hahn, Tel: 02-920-7210
Fax: 02-921-3197, E-mail: yshahn@sungshin.ac.kr

deep freezer에서 시료온도가 각각 -18°C 와 -70°C 로 될 때까지 10분 간격으로 thermometer로 온도를 측정하여 기록한 후 냉동곡선을 작성하였다.

3) 해동시험(해동곡선작성)

각각 -18°C 와 -70°C 로 냉동된 생지를 30°C incubator에서 시료온도가 30°C 로 될 때까지 10분 간격으로 온도를 thermometer로 측정하여 기록한 후 해동곡선을 작성하였다.

3. 냉동 조건 변화에 따른 냉동생지의 발효력 측정

저당생지 30g을 flask에 넣고 40% 황산 5 mL를 채운 Meissle 발효관에 연결하여 처음 중량을 측정한 후 30°C 에서 3시간 발효시켰다. 이때의 중량을 측정하여 감소된 중량으로부터 CO_2 생산량을 계산하였다(Japan yeast industry association 1975).

4. 부재료 사용에 따른 발효력 측정

저당 생지 재료 중 부재료의 Yeast, 버터, 탈지분유량을 밀가루 중량에 대해 일정 비율(Yeast 1~4%, 버터 0~10%, 탈지분유 0~10%)로 변화시켜 생지를 만든 후 각각의 시료를 비냉동과 냉동 시료로 구분하여 비냉동 시료는 바로 발효력 측정을 실시하였고, 냉동 시료는 전발효를 시키고 -18°C 에서 냉동한 후 30°C 에서 해동하여 발효력 측정을 실시하였다.

5. 무당, 고당 생지 제조

무당 생지는 밀가루 100g, dry yeast 1g, NaCl 0.5g, 물 65 mL의 조성으로, 저당생지는 밀가루 100g, dry yeast 1g, sucrose 5g, NaCl 2g, water 62 mL, 그리고 고당생지는 밀가루 100g, dry yeast 1.5g, sucrose 30g, NaCl 0.5g, 물 52 mL로 Kaiser 자동제빵기(UBM-453, (주)카이젤)를 이용하여 반죽하였다.

결과 및 고찰

1. 냉·해동온도별 발효력 측정

1) 냉동시험(냉동곡선 작성)

Fig. 1의 결과 -18°C 냉동시 시료 온도가 $30^{\circ}\text{C} \sim -8^{\circ}\text{C}$ 구간까지는 38°C 하강하는데 30분밖에 걸리지 않았지만 그 이후로는 1°C 씩 하강하는데 10분이나 소요되었다. 30°C 생지가 -18°C 로 되는데는 약 2시간이 소요되었다. 또한 -70°C 냉동시 생지는 불과 5분만에 30°C 에서 0°C 로 하강하였다. $30^{\circ}\text{C} \sim -50^{\circ}\text{C}$ 구간에서 온도 하강 속도는 매우 빠른데

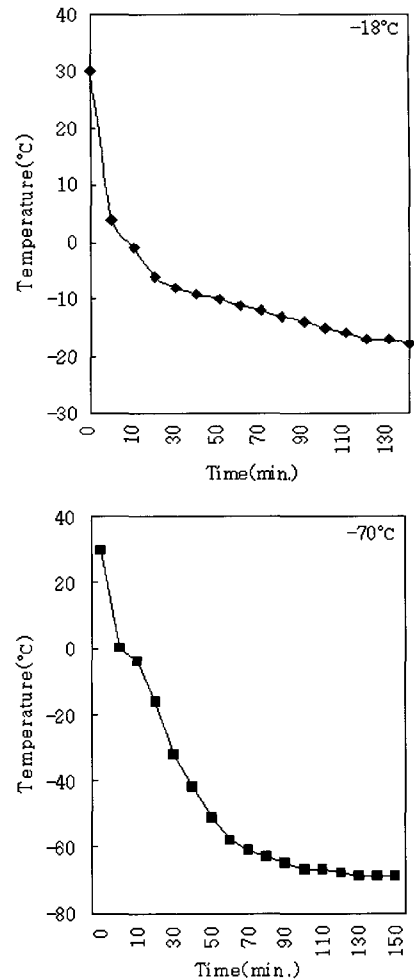


Fig. 1. Cooling curves for a bread dough at -18°C or -70°C .

0°C 부근에서는 속도가 잠시 정지했다가 다시 -58°C 까지 10분에 약 10°C , 즉 $1^{\circ}\text{C}/1\text{min}$ 의 속도로 하강하였다. 그 이후로는 1°C 하강하는데 약 10분이 소요되었다. 30°C 생지 온도가 $-$ 하강하는데는 약 90분이 소요되었다.

2) 해동시험(해동곡선 작성)

Fig. 2에서 -18°C 생지를 30°C 로 해동시 $-18 \sim -4^{\circ}\text{C}$ 구간까지 14°C 상승하는데 10분밖에 걸리지 않은 것을 볼 수 있었으며 0°C 부근에서 그 속도가 잠시 일정하게 머무르는 경향이 보였다가 그 후 -1°C 까지 속도가 감소하고 15°C 까지 속도가 증가하다가 다시 속도가 감소했다. -18°C 생지가 30°C 로 상승하는데는 약 80분이 소요되었다. 또한 -70°C 생지를 30°C 로 해동시 $-70 \sim -14^{\circ}\text{C}$ 로 구간까지 56°C 상승하는데 10분밖에 소요되지 않았다. $-6 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 구간 즉, 0°C 부근에서 그 속도가 잠시 일정하게 머무르다가 감소하였다. -70°C 생지가 30°C 로 상승하는데는 약 100분이 소요되었다.

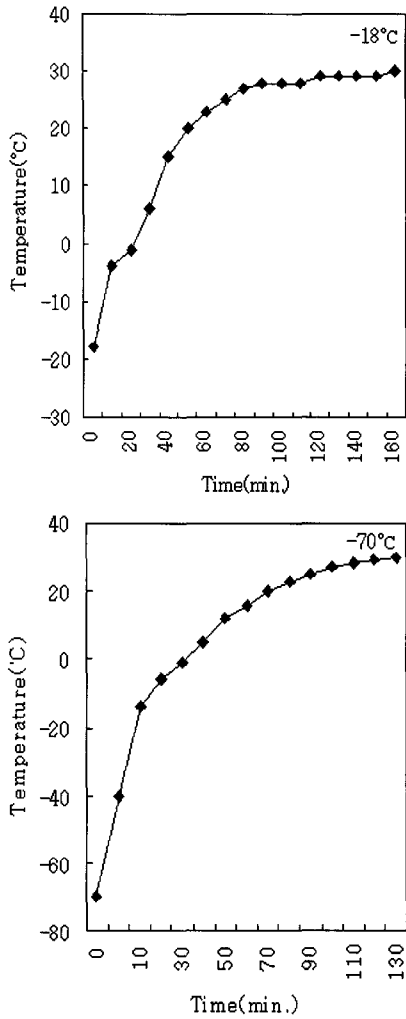


Fig. 2. Thawing curves for a frozen dough at 30°C. Frozen dough was stored at -18°C or -70°C.

3) 냉동온도별 발효력 측정

냉동온도별 CO₂의 생성량은 -18°C에서 381.2 mg으로 -70°C에서 171.4 mg으로 2배 가량 차이를 보였다. 이는 Hayakawa & Saito(1981)의 연구에서 얼음결정에 의해 효모가 상해를 입어 해동 후 발효력이 저하되기 때문으로 밝혀졌다. 위의 결과에서 -18°C로 동결시킬 경우 해동시간이 짧았으므로 냉동 온도는 -18°C로 실험하기로 했다(Fig. 3).

4) 해동온도별 발효력 측정

30°C에서 294.45mg으로 4°C에서 231.7 mg과 37°C에서 265.3 mg에 비하여 CO₂ 생성량이 많아 해동온도는 30°C로 결정하였다(Fig. 4).

2. 전 발효시간별 발효력 측정

전 발효시간의 냉동 생지에 미치는 영향을 Fig. 5에서 살

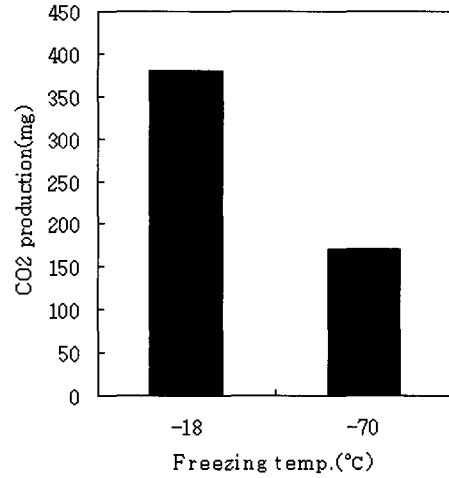


Fig. 3. Effect of freezing temperature on CO₂ production of frozen dough after thawing.

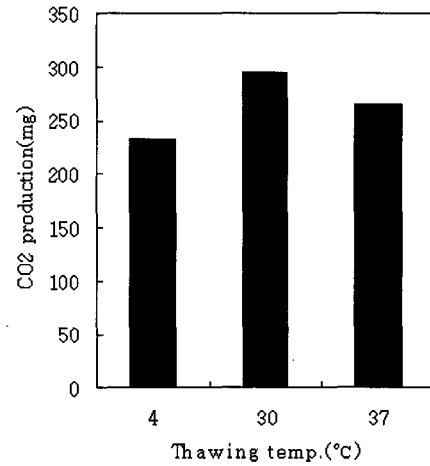
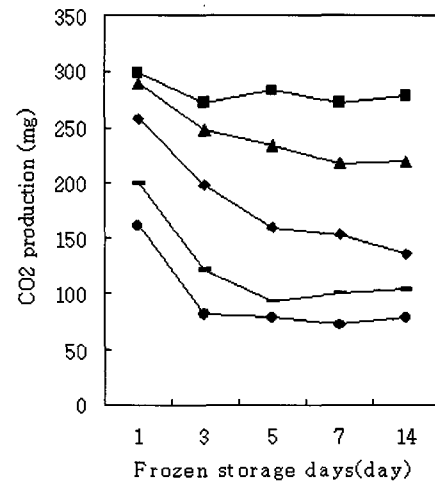


Fig. 4. Effect of thawing temperature on CO₂ production of frozen dough.



■; 0 min. ▲; 30 min. ◆; 60 min. -; 90 min. ●; 120 min.

Fig. 5. Effect of pre-fermentation time on CO₂ production in frozen dough stored at -20°C.

펴보면 전 발효시간이 길고 냉동기간이 길수록 CO₂ 생성량은 저조하였다. 특히 전발효 30분과 60분 시료는 냉동기간이 길수록 CO₂ 생성률이 급격히 감소하는 경향을 보였다.

전 발효는 효모의 생리활성을 변화시키며 에탄올을 비롯한 휘발성 대사 산물을 형성하여 동결시 효모에 크게 영향을 주어 동결장해를 일으키는 것으로 알려져 있다(HSU et al 1979). 그러나 전 발효 90분과 120분 시료는 냉동 3일 이후에는 크게 감소하지 않았다. 전반적으로 냉동 7일 이후에는 CO₂ 생성량이 거의 일정했다.

결과 제빵 시간을 단축하기 위하여 적절한 전 발효시간은 120분을 적용하기로 했다.

3. 저장기간별 발효력 측정

2시간 전 발효 시료를 저장기간별로 발효력을 측정한 결과(Fig. 6), 냉동 7일까지 감소한 CO₂ 생성량이 14일째에는 거의 유지되었다. 따라서 냉동 내성 효과를 확실하게 하기 위해 동결저장 기간을 냉동 7일로 결정하였다.

4. 부재료별 발효력 측정

1) Yeast 첨가에 따른 냉동생지의 발효력

비냉동 생지와 비교했을 때 냉동 생지는 yeast 첨가의 효과가 두드러짐을 알 수 있다(Fig. 7). yeast 3%까지는 함량이 증가함에 따라 CO₂ 생성량이 증가하였지만 4%는 3%와 비슷한 양의 CO₂를 생성하였고, 오히려 3%에서 가장 좋은 발효력을 보였다. 결과 냉동 생지에서는 3% yeast를 사용하기로 하였다.

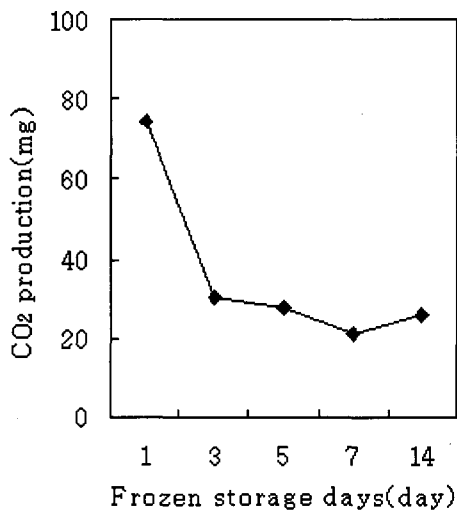
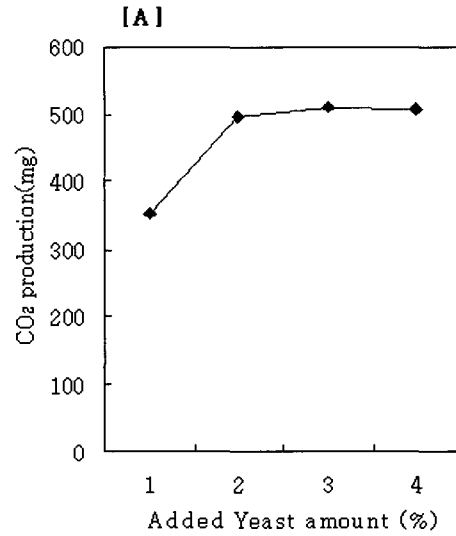
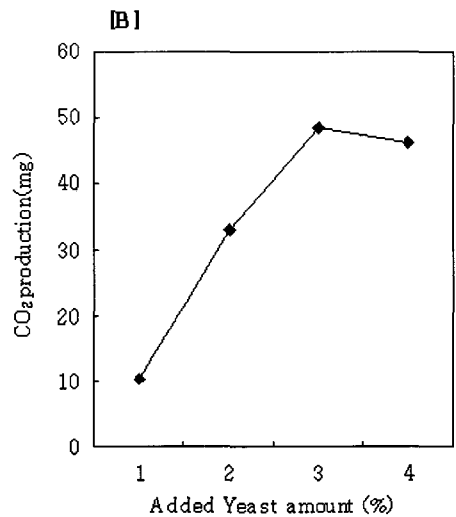


Fig. 6. Effect of storage time on CO₂ production in frozen dough stored at -20°C.



[A] Frozen dough stored during 0 day



[B] Frozen dough stored during 7 days

Fig. 7. Effect of yeast addition on CO₂ production of frozen dough.

2) Butter 첨가에 따른 냉동생지의 발효력

비냉동 생지에서는 butter 첨가의 효과가 없지만(Fig. 7-[A]), 냉동생지에서는 butter첨가량에 따라 CO₂ 생성량이 증가함을 볼 수 있다(Fig. 7-[B]). 4%에서 8.6 mg으로서 0, 2, 10%에서 6.0, 7.6, 6.2 mg에 비하여 가장 CO₂ 생성량이 많아 가장 효과적이었으므로 butter 첨가량은 4%로 결정하였다 (Lee et al 2004).

3) 탈지분유 첨가에 따른 냉동 생지의 발효력

Fig. 9에서와 같이 탈지분유를 첨가한 생지를 비냉동시 발효력의 증가현상은 효과를 볼 수 없지만, 냉동시에는 탈

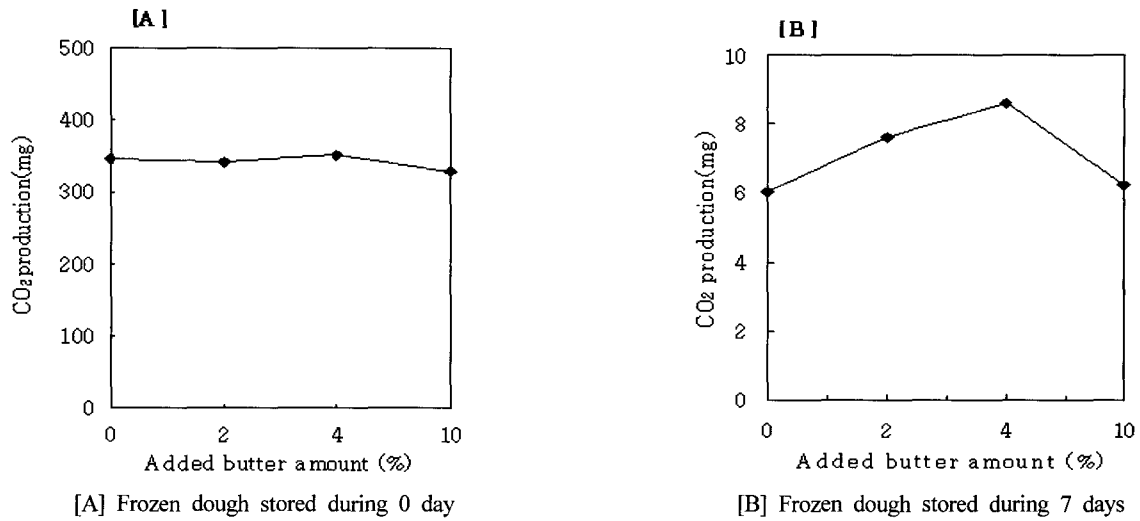


Fig. 8. Effect of butter addition on CO₂ production of frozen dough.

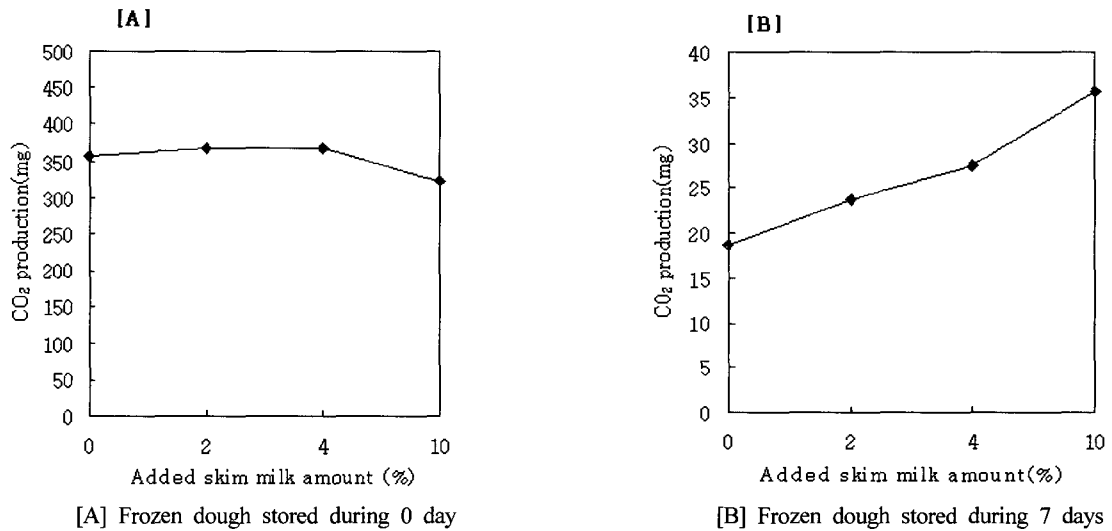


Fig. 9. Effect of skim milk addition on CO₂ production of frozen dough.

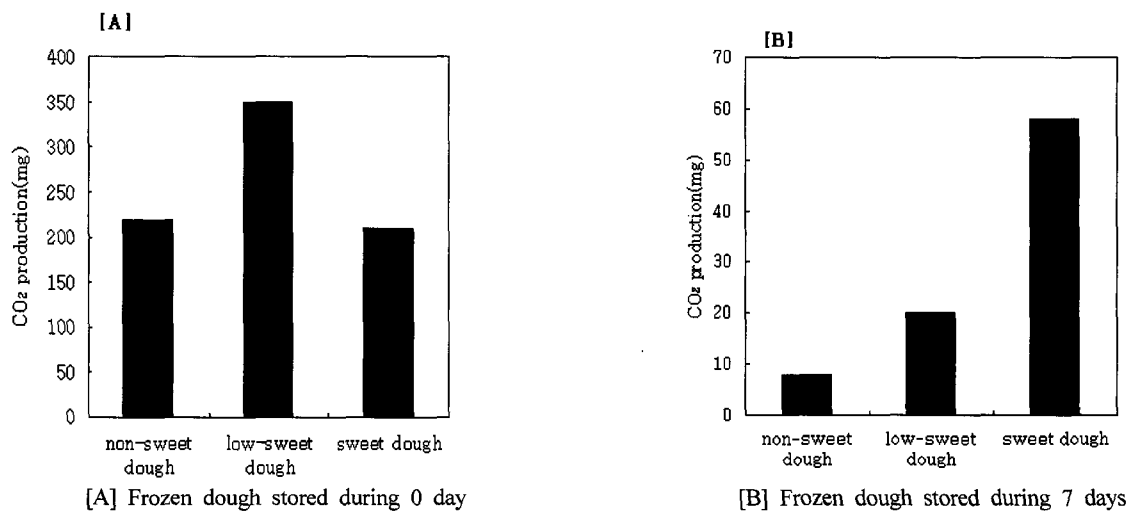


Fig. 10. Dough fermentative ability of various frozen dough stored at -20°C.

지분유 첨가량이 증가할수록 CO₂ 생성량도 증가하여 우수한 냉동보호 효과를 나타내었고 10%까지 양이 많으면 많을수록 냉동 보호 효과는 컸다.

4) 생지 종류에 따른 발효력

CO₂ 생성량이 무당생지에서 7.1 mg, 저당 생지에서 19.0 mg, 고당 생지에서 55.7 mg으로 고당 생지가 가장 월등한 발효력을 보였다. 무당, 저당, 고당 생지에서는 고당 > 저당 > 무당 생지 순으로 sucrose가 뛰어난 냉동보호 효과를 가지고 있음을 알 수 있었다.

따라서 Sucrose를 20% 이상 첨가하는 고당 생지에서 냉동생지는 발효력의 저하는 덜할 것으로 생각하였다(Fig. 10). 이 연구는 Saito et al(1982)의 연구내용 중 설탕농도 5% 이상에서 동결장해가 억제된다는 내용과 일치하였다.

요약 및 결론

국내산 밀을 이용하여 냉동생지를 제조(Frozen-dough method)를 위한 기초연구로 저당생지를 만들어 냉·해동 온도, 시간, 저장기간의 최적조건을 찾았으며 부재료 첨가량에 따른 냉동생지의 발효력을 측정하였다. 그 결과 30℃의 생지를 전발효 120분을 시켜 -18℃로 동결시키면 저장기간은 7일이 적당한 것으로 나타났으며 해동은 30℃에서 80분 행하는 것이 알맞게 나타났다. 부재료는 yeast 3%, butter 4%가 적절하며 탈지분유와 설탕 첨가시 해동후 발효력이 우수하였다.

문헌

- Bushuk W, Briggs KG, Shebshi LH (1969) Protein quantity and quality as factors in the evaluation of bread wheat. *Can J Plant Sci* 49(2): 113-122.
- Hayakawa K, Saito M (1981) Effect of eutectic temperature on freeze-thaw damage of yeast. *Hakkokogaku* 59:289-295.
- He H, Hoseney RC (1992) Effect of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem* 69(1):17-19.
- Holmes JT, Hoseney RC (1987) Frozen doughs: Freezing and thawing rates and the potential of using a combination of yeast and chemical leavening. *Cereal Chem* 64:348-351.
- Hosomi K, Uozumi M, Nishio K, Matsumoto H(1992) Studies on frozen dough baking. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 39: 806-812.
- HSU KH, Hoseney RC, Seib PA (1979) Frozen dough. I. Factors affecting stability of yeasted dough. *Cereal Chem* 56:419-424.
- Japan Industry Association (1975) Evaluation methods of baker's yeast. Japan Industry Association, Tokyo.
- Lee JH, Kim HW (2001) A study on the effect of bread quality by thawing temperature of frozen dough. *Korean J Food Cookery Sci* 7(1): 91.
- Lee JH, Choe DL, Lee SG, Lee JG (2004) Effect of emulsifiers on properties of the bread made by the dough frozen after first fermentation. *J Korean Soc Appl Bio Chem* 47(1): 107-112.
- Nam JK, Hahn YS (2000) Bread-making properties of domestic wheat cultivars. *Korean J Soc Food Sci* 16(1):1-8.
- Saito H, Shimada S, Nakatomi Y, Nagashima A, Tanaka Y(1982) The mechanism of tolerance to freeze-thaw injury in *Sacchromyces* species. *Tech Rep of the Jpn Yeast Ind Assoc* 52:33-45.
- Tanaka Y (1982) Freezing damage of yeast in frozen dough. *Jap J of Freezing and Drying* 28: 83-85.
- Tamaka Y, Miyatake M (1975) Studies on the Injury of yeast in frozen dough. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 22: 366.

(2004년 8월 20일 접수, 2004년 10월 13일 채택)