

밀가루의 理化學的인 性質 및 冷凍반죽의 安定性

徐錫出 · 宋亨翼* · 鄭基澤

慶北大學校 農科大學 食品工學科 · *大邱工業專門大學 食品工業科

Studies on Rheological Properties of Dough and Stability of Frozen Dough

Suh, Seok Chool · Song, Hyung Ik* · Chung, Ki Taek

Summary

We investigated physico-chemical properties of hard wheat flours for frozen yeast-raised breadmaking and freezing stability of frozen dough prepared by the straight no-time method.

The general Composition of wheat flours were : moisture ; 14.0 %, ash ; 0.48 %, protein ; 13.15 %, and dry gluten ;13.43 %. In farinograph data, development time and water absorption were 5.5 minutes and 62 %, respectively. Amylograph maximum viscosity was 500 BU. Resistance to extention increased with the time and their extensibility decreased in the extensigraph data. From these results obtained from these physico-chemical properties, it was confirmed that the used wheat flours were most suitable for bread-baking.

Considering effect of gassing power on cold storage period and fermentation time, it was effective that dough temperature should be adjusted to 20 °C in order to decrease freezing injury and maintain freezing stability.

緒 論

국민소득이 向上되면서 食生活의 패턴도 차츰 서구화로 바뀌어 빵의 수요가 늘어나면서 선택에 있어서도 맛, 風味, 安全性에 重點을 두는 경향이 두드러지고 있으며, 대규모 生産業體의 生産量은 점차 감소하고¹⁾ 소규모 제과점의 수가 증가하고 있는²⁾ 세계적인 추세에 맞추어 우리나라도 근래 그와 같은 경향을 보이고 있다.

빵은 구운 후 시간이 경과함에 따라 맛과 風味가 급격히 떨어지게 마련인데³⁾ 미생물의 작용에

의한 變化가 아닌 빵 내부에서 일어나는 이런 변화를 老化라고 한다.⁴⁾ 老化방지를 위해서는 乳化劑^{5),6)}, 쇼트닝⁷⁾ 등의 첨가가 인정되고 있지만 이런 방법이 다소의 效果는 있을지 몰라도 구운 후의 경과시간을 단축시키는 근본적인 해결책이 될 수 없다. 이 점을 고려할 때 冷凍빵 반죽을 만들어 일정기간 냉동저장하면서 필요에 따라 解凍, 醱酵시켜 굽는 것이 가장 効果적인 方法이라 생각되며, 또한 냉동반죽을 만들기 때문에 작업의 平準化를 기할 수 있고 多品種의 少量生産이 가능하

며, 노동력의 절약, 운반의 합리화를 기할 수 있을 뿐만 아니라, 시설 설비공간이 절약되며 가정에서 제빵의 간소화를 기할 수 있을 것이다.^{1),2)}

냉동빵 제조는 1938년경 미국에서 처음 시작되어 세계 각국에서 널리 제조되고 있으며³⁾, 冷凍方法에는 완제품 냉동, 발효된 빵반죽 냉동, 발효시키지 않은 빵반죽의 냉동이 있으나, 빵의 風味面에서 발효시키지 않은 빵반죽의 냉동이 가장 좋다고 알려지고 있다.⁴⁾ 냉동빵 제조의 가장 큰 난점은 효모의 동결장애로 인한 발효 및 굽는시간 연장, 단백질의 동결, 변성 등에 의한 빵반죽의 구조파괴, 빵의 조직不良 등인 것으로 알려져 있으며^{5),6),7)}, 동결장애의 원인은 사멸된 효모세포에서 분비된 환원성 물질인 glutathione 이 단백질의 disulfide 결합을 환원시키기 때문이라는 주장도 있다.^{8),9),10)}

냉동빵 제조과정에서 효모의 동결장애방지를 위해서는 停止期 균체 사용, 5~20%의 에타놀 사용 등이 效果的이며¹¹⁾, 전발효 시간이 길어질수록 동결장애가 증대되므로¹²⁾ 동결전 발효를 최소화하기 위해 straight no-time dough method 나 short-time dough method가 有利하고 ascorbic acid나 potassium bromate의 사용이 必須的이라고 알려지고 있다.¹³⁾ 국내에서도 냉동빵 제조가 제과점을 중심으로 일부 이루어지고 있으며, 점차 널리 확대 이용되리라 생각되지만 체계적인 研究報告가 거의 없는 실정이다.

이에 저자들은 냉동빵 제조에 사용되는 밀가루의 理化學的 성질을 조사하여 加工適性を 검토하였으며, 발효시키지 않은 냉동반죽을 straight no-time dough method로 만들어 -20°C로 냉동하면서 반죽온도를 中心으로 반죽의 凍結安定性を 조사하였다.

材料 및 方法

1. 供試材料

밀가루는 제조 후 약 1개월 후숙된 強力粉 1급품(東亞製粉)을 사용하였다. 압착효모는 조흥화학 제품을 사용하였고, 精白糖은 三養社 제품(수분 0.03%)을, 食鹽은 한주 정제염을 각각 사용하였다.

2. 반죽의 組成

本實驗에 利用된 반죽의 조성은 田中와 宮武¹⁴⁾의 方法에 準하여 밀가루 1,000g에 대하여 압착효모 20g, 설탕 50g, 식염 15g, 물 600 ml 를 사용하였다.

3. 冷凍반죽의 조제

원료 배합은 straight no-time dough method에 準했다.^{15),16)} 밀가루 및 물은 반죽의 온도를 낮추기 위하여 5°C의 냉장기에 하룻밤 저장하였으며, 밀가루는 80 mesh 체로 3회 통과시켜 사용하였다. 混合機(수직형, 미국 Trump 제)에 소정의 물과 酵母, 精白糖을 가하여 용해시킨 후 밀가루를 가하여 低速(80 rpm)으로 1분간 모든 원료를 골고루 섞은 다음 다시 高速(130 rpm)으로 3분간 混合後, 식염을 첨가하여 다시 고속으로 6분간 혼합하였다. 이어 반죽의 온도를 측정하고 180g씩 나누어 모양 만들기를 한 다음 polyethylene film에 포장하여 -20±2°C에서 냉동하여 같은 온도에서 냉동 저장하였다. 냉동 및 저장온도 設定은 -20°C가 냉동빵 반죽의 品質上 가장 좋았다는 Hsu 등¹⁷⁾의 보고에 따른 것이다. 반죽의 온도조절은 반죽온도 조절법¹⁸⁾에 따라 실시하였다.

4. 밀가루의 一般成分 및 gluten

밀가루의 일반성분 分析은 常法¹⁹⁾에 準하였다. Gluten은 gluten 定量法²⁰⁾에 따라 gluten washer(Bühler 製)를 이용하여 정량하였으며 白度는 日本 Kett 製 광전백도계를 사용하여 산화마그네슘 白球를 100%로 맞춘 후 밀가루를 넣고 측정된 %로 나타내었으며 filter는 green filter No. 83을 사용하였다. 粒度는 stroke 80회/분, 100 mesh 체로 5분간 sieving 한 후 체위에 남아있는 밀가루의 重量百分率로 나타내었다.

5. 반죽의 물리적 성질²¹⁾

Brabender farinograph(MOD, SEW 651761B)로 반죽의 흡수율, 반죽형성시간, 안정도 등을 조사하였고, Brabender amylograph(5818u)를 사용하여 호화온도, 최고 粘度 등을 조사하였다. 반죽의 伸展度는 Brabender extensigraph(MOD, FSK-6-568)를 사용하여 45분마다 측정하였다.

5. 반죽의 冷凍溫度 측정

빵반죽 30g을 $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 냉동기에 넣어 냉동하면서 기하학적 中心部의 온도를 硝子 온도계 ($-50 \sim +50^\circ\text{C}$)를 사용하여 매 7분 30초마다 측정하였다.

6. gas 發生力 측정

동결에 의한 냉동반죽의 安定性を 조사하기 위하여 냉동된 빵반죽 30g에서 발생하는 CO_2 를 포화식염수로 치환시켜 測定하는 장치인 wolf fermentor를 써서 容量法¹⁾으로 gas 發生力を 측정하였다.

結果 및 考察

1. 밀가루의 一般成分 및 gluten

본 실험에 사용된 밀가루의 일반조성을 Table 1에 나타내었다. 이들 成分가운데 단백질과 gluten 함량은 밀가루의 종류에 따라 다르고 製빵適性に 큰 영향을 주는 것으로서, 밀가루의 gluten 함량과 단백질 함량은 비례하는 것으로 알려져 있다. 단백질 함량에 대한 우리나라 규격²⁾을 보면, 強力粉이 11.0% 이상으로 되어 있으며 냉동빵 제조용 밀가루의 단백질 함량은 11~13%가 좋다는 견해³⁾도 있어서 본 실험에 사용한 밀가루는 강력분으로서 냉동빵 제조에 적합하리라 생각된다.

Table 1. General composition of wheat flour

Moisture (%)	14.0
Protein (%)	13.15
Gluten (%), Wet	39.50
Dry	13.43
Ash (%)	0.48
Whiteness (%)	86.0
Particle size (%)	1.2

한편, 전조 gluten 함량은 기준인 13% 이상인 13.43%를 나타내므로 제빵에 적합한 硬質 밀가루로 확인되었다.

2. Farinograph

밀가루의 물성적인 特性의 하나인 farinograph 측정 (Fig. 1)에서는 반죽이 최고 粘度를 유지하다가 떨어지기 시작하기 직전까지의 시간을 나타내는 반죽형성시간 (development time)과 반죽의 경도가 500 BU (Brabender Unit)를 유지하는 시간에 해당하는 安定度 (stability)가 각각 5.5분이

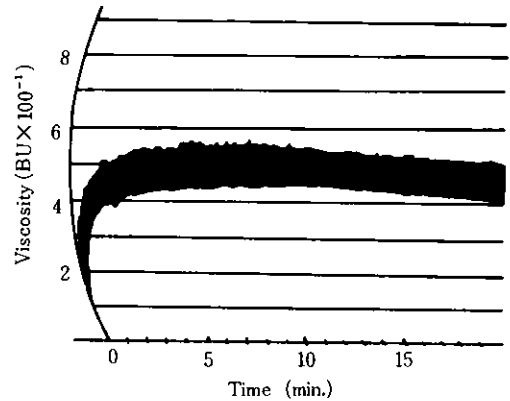


Fig. 1. Farinogram of wheat flour used.

있으며, 흡수율 62%, resistance 11分, elasticity 120 BU, weakness 40 BU로 나타났다. Farinogram의 pattern으로 보아 원료 밀가루는 粘度가 11분 동안 거의 安定하였다. 또한 development time이 5.5분으로 비교적 길기 때문에 각 조성 물질을 均一하게 development time 안에 混合할 수 있어서 이로 인하여 醱酵가 잘 이루어지게 되어 부드러운 조직의 빵을 만드는데 적합하리라 사료된다. 또한 냉동빵 제조용 밀가루는 development time이 4~8분이면 적당하다는 견해도 있다.⁴⁾

반죽의 weakness는 낮을수록 제빵용 밀가루로 적합하다고 알려지고 있는데⁵⁾, 비교적 낮은 값을 보인 본 실험의 결과 (40 BU)는 제빵용으로 적합한 밀가루라 보여진다. 한편, 밀가루의 흡수율은 62%로서 제빵용 밀가루의 吸水率인 64~68%에 가까운 값을 나타내었다.

3. Amylograph

전분의 糊化特性和 α -amylase의 作用을 나타내는 amylograph의 pattern을 Fig. 2에 나타내었다. Amylograph 成績에서 최고 粘度는 500 BU로 나타났는데, 이는 경질 밀가루 보다 다소 낮은 수치였으며⁶⁾ 최고 粘度가 높을수록 반죽의 발효 상태가 나빠지고 숙성이 늦어지며 효소에 의한 전분 및 단백질의 분해가 적어 제빵 성적도 좋지 못하다고 알려지고 있다. 또한 糊化개시온도는 48°C 였고 최고 粘度시의 온도는 82°C 로 나타났다.

4. Extensigraph

제빵 適性중 밀가루의 gluten의 質이 크게 문제

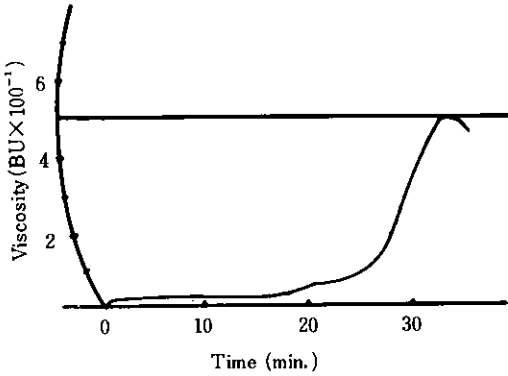


Fig. 2. Amylogram of wheat flour used.

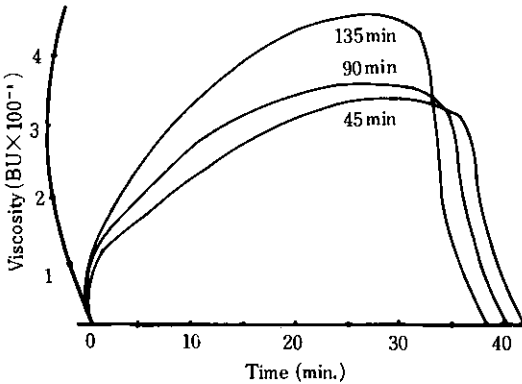


Fig. 3. Extensigram of wheat flour used.

Characteristics	Rest period (min.)		
	45	90	135
Extensibility (mm)	212	204	192
Resistance (BU)	320	380	453
Ratio figure (BU/mm)	1.509	1.863	2.359
Energy	161.50	172.73	199.70

되기 때문에 extensigraph 상에서 伸張抵抗性과 伸張度가 특정한 범위의 값을 갖추어야만 良質의 밀가루라 할 수 있다. 原料 밀가루의 extensigraph의 pattern(Fig. 3)과 그 特性(Table 2)을 보면, 반죽의 신장저항성은 시간이 경과함에 따라 증가하고 반대로 신장도는 減少하는 경향이 있다. 그 이유는 gluten의 성분 단백질인 glutenin과 gliadin의 물리적 性質이 달라서 gliadin은

glutenin보다 伸張性이 강하고 반대로 glutenin은 gliadin보다 彈力性이 강하기 때문이라고 알려지고 있다.²¹⁾ 또한, 硬質 밀가루일수록 반죽의 저항성이 크고 시간이 경과함에 따라 그 저항성의 증가가 현저하기 때문에 제빵工程에 있어서 취급이 용이하고 빵의 질도 좋다고 알려지고 있는데¹³⁾ 본 실험의 결과와 일치되었다. 한편, extensigram의 면적(여기서는 energy로 表示)은 시간이 경과함에 따라 증가하는 경향이 있다.

5. 빵반죽의 凍結曲線

빵반죽을 각각 다른 반죽 종점온도로 조절하여 -20℃에서 동결시킨 凍結曲線을 Fig. 4에 나타내었다. 반죽온도별로 큰 차이가 인정되지 않았으나 동결곡선상에서 반죽의 最大氷結晶生成帶는 -5~-6℃부근이었고, 반죽온도가 16℃와 28℃인 반죽은 효소활동정지온도인 5℃로 생각되는데 약 6분 정도의 시간 차이가 있었다. 반죽온도에 관계없이 -20℃까지 동결되는데 약 180분이 소요되었다. 이런 결과로 보아, 본 동결곡선은 완만동결이라 할 수 있으며 다른 연구자들의 결과²²⁾와 거의 일치되었다.

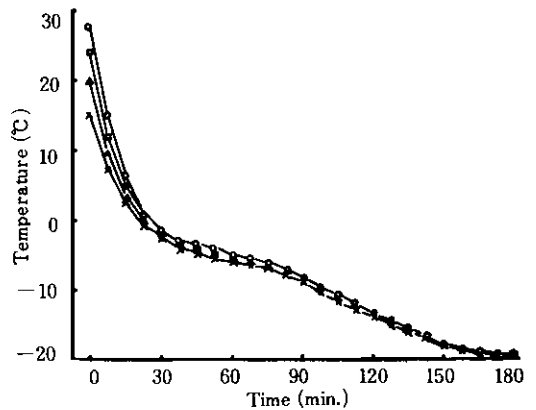


Fig. 4. Freezing curves of bread doughs prepared at different mixing dough temperature.

Symbols : x-x, 16℃; Δ-Δ, 20℃; □-□ 24℃; ○-○, 28℃.

6. 冷凍반죽의 安定性

냉동반죽의 安定性 여부를 醱酵力, 즉 반죽의 gas發生力을 측정함으로써 판정하였다.

(1) 냉동저장기간이 반죽의 醱酵力에 미치는 영향

종점온도를 각각 달리하여 만든 반죽을 -20±

2°C에서 18일간 동결저장하면서 3일마다 凍結반죽의 CO₂ 生成量을 30°C에서 3시간 醱酵시켜 測定한 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Changes in gassing of frozen dough as a function of stotage period. (unit : ml)

Dough temp. (°C)	Frozen storage periods (days)						
	0	3	6	9	12	15	18
16	105.8	103.0	101.7	98.5	97.8	95.0	93.8
20	107.2	106.7	106.5	104.8	105.3	103.7	102.6
24	104.5	101.5	98.6	96.8	94.1	90.4	88.7
28	100.3	98.1	93.3	89.9	86.7	83.5	80.0

반죽온도와 무관하게 저장기간과 더불어 gas 發生力은 차츰 감소하는 경향을 보였으며 이는 酵母의 凍結障害 때문이 아닌가 사료된다. 그러나 -20°C에서 12주까지는 효모의 동결이 거의 인정되지 않았다는 報告¹⁾도 있고 냉동빵의 품질 보장기간이 -18~23°C에서 2~3개월²⁾ 또는 3~4개월³⁾이라는 점을 고려할 때, 본 실험에 사용한 壓搾酵母의 냉동장애가 비교적 크다는 것을 알 수 있다.

한편, 반죽온도별로는 20°C 반죽이 18일 냉동후에도 초기의 醱酵力을 거의 나타내어 반죽온도로서 가장 적합하였다. 반죽온도에 대하여 Boyd⁴⁾

Table 4. Relationship between gassing power and fermentation time at the various mixing dough temperature. (unit : ml)

Dough temp. (°C)	Fermentation periods (min)						
	0	30	60	90	120	150	180
16	0	2.9	14.1	27.8	48.3	68.7	98.1
20	0	3.8	16.2	31.4	51.2	73.8	102.3
24	0	3.2	15.4	29.2	49.5	71.4	94.9
28	0	1.3	8.9	24.8	44.1	66.0	86.7

Before fermentation, each dough was stored at -20±2°C for 12 days.

는 21~22°C가 가장 적합하고, 그 이유로서는 21°C보다 낮은 온도에서는 초기에 반죽이 弱化되기 쉽고 22°C보다 높으면 급격한 gas 發生의 우려가 있기 때문이라고 주장하고 있다. 中江¹⁾도 이 점을 인용하고 있어서 본 실험의 결과와 거의 일치되었다. 또한 Marston¹⁾도 20~25°C가 좋다고 보고하고 있다.

(2) 발효시간이 반죽의 醱酵力에 미치는 영향
중점온도를 각각 다르게 조정하여 만든 반죽을 -20±2°C에서 12일간 저장한 다음 解凍하여 30°C에서 3시간 醱酵시키면서 30분 간격으로 CO₂ 生成량을 조사하였다. (Table 4)

발효시간 50~60분까지는 gas 生成이 다소 둔화되었으나 그 이후부터는 급격히 증가하였다. 반죽온도별로는 역시 20°C가 가장 좋았고 16°C, 24°C, 28°C 순으로 gas 發生力이 높은 것으로 나타났다.

摘 要

냉동醱酵빵 제조에 사용되는 硬質 밀가루의 理化學的 성질과 straight no-time method로 조제한 반죽의 凍結安定性を 檢討하였다.

밀가루는 수분이 14.0%, 灰분이 0.48% 정도였고 단백질이 13.15%, 건조 gluten이 13.43%였다. Farinograph성적은 반죽의 development time이 5.5분, 吸水率 62%였고, amylograph성적상의 最高粘度는 500BU 정도였다. Extensigraph의 特性中 伸張抵抗성은 시간이 경과할수록 증가하였고, 伸張성은 減少하였다. 以上の 理化學的性質로 미루어 供試밀가루는 製빵에 아주 적합하였다. 동결저장기간과 발효시간이 醱酵力에 미치는 영향을 고려할 때, 반죽온도를 20°C로 조정하는 것이 반죽의 冷凍障害를 억제하고 冷凍安定性を 유지하는데 效果的이었다.

引 用 文 獻

1. A. I. B. 한국동문회. 1982. 케익과 페이스트리 II. p. 26. 미국소맥협회 한국지부. 서울.
2. Anderson, G. E. 1974. Emulsifiers and dough conditioners in yeast-raised bakery foods, p. 54. Amer. Soc. Bakery Engineer (A. S. B. E.), The 50th annual meeting.
3. Appolonia, L. D. 1980. Staling. pp. 145-149. A. S. B. E., The 56th annual meeting.

4. Boyd, B. E. 1980. Manufacture and processing of frozen dough. pp. 38-41. A. S. B. E., The 56th annual meeting.
5. 정동효, 장현기. 1980. 식품분석. pp. 102-163. 진로연구소.
6. Davis, E. W. 1981. Shelf-life studies on frozen dough. Bakers Digest, 55 ; 12-16.
7. DeKeizer, J. L. 1972. Shelf-life of frozen bakery foods. pp. 203-207. A. S. B. E., The 48th annual meeting.
8. 東亞綜合産業(株), 1980. 小麥粉. pp. 61-82. 企劃室.
9. Gajdlerowicz, L. J. 1979. Progress in the refrigerated dough industry. Cereal Food World, 24 ; 44-45.
10. Glover, H. L. 1975. No-time dough methods. pp. 59-64. A. S. B. E., The 51st annual meeting.
11. Hsu, K. H., R. C. Hosney and P. A. Seib. 1979. Frozen dough. II. Effects of freezing and storing conditions on the stability of yeasted doughs. Cereal Chem. 56 ; 424-426.
12. 金成坤. 1976. 전분의 역할을 중심으로 본 빵의 노화현상. 한국식품과학회지. 8 : 185-189.
13. 金成器. 1979. 경질 및 연질 밀가루의 理化學的 성질 研究. 한국식품과학회지. 11:13-17.
14. Kline, L. and T. F. Sugihara. 1968. Factors effecting the stability of frozen bread dough. I. Prepared by the straight dough method. Bakers Digest. 42 ; 44.
15. Marston, P. E. 1978. Frozen dough for bread making. Bakers Digest. 52 ; 18-20.
16. 中江利昭. 1981. 冷凍生地にすける水分. 食品と科學. 23 : 53.
17. 中江利昭. 1982. アメリカ小賣業とベーカリー. 食品と科學. 24 : 50.
18. 中江利昭. 1983. ベン市場にえる展望と課題. 食品工業. 26 : 27-29.
19. 國立農産物検査所. 1971. 農産物検査手帖. pp. 87-90.
20. 日本麥類研究會. 1964. 小麥粉. 原料とその加工品. 8 : 707.
21. 溫永坤. 1981. 쇼트닝의 특성과品質向上效果. 食品科學. 14 : 44-45.
22. Pomeranz, Y. 1980. Molecular approach to breadmaking : An update and new perspectives. Bakers Digest. 54 ; 20-27.
23. Shirley, E. H. 1977. The canadian concept of no-time dough systems. pp. 36-41. A. S. B. E., 53rd annual meeting.
24. Smerak, L. 1973. Effective commercial no-time dough processing for bread and rolls. Bakers Digest. 47 ; 12-20.
25. 田中康夫. 1981. 冷凍生地にすけるベン酵母の凍結障害. 日本食品工業學會誌. 28 : 100-111.
26. 田中康夫, 宮武眞理子. 1975. 冷凍生地にすけるベン酵母の凍結障害(第1報)凍結前醱酵の影響. 日本食品工業學會誌. 22 : 366-371.
27. Varriano-Marston, E., K. H. Hsu and J. Mahdi. 1980. Rheological and structural change in frozen dough. Bakers Digest. 54 ; 32-34.
28. 유주현, 양한철, 정동효, 양용. 1977. 식품공학실험(II). pp. 426-427. 탐구당.