

저온숙성 반죽이 바켓의 품질에 미치는 영향

황성연 · 김영만 · 조대희*

안성산업대학교 식품공학과, *안성산업대학교 식품산업연구소

Influences of Cold Aged Dough on the Quality of Baguette

Seong-Yun Hwang, Young-Man Kim and Dae-Hee Cho*

Dept. of Food Technology, Anseong National Univ.

67 Seogjeong-dong, Anseong, Gyeonggi-do, Korea

*Institute of Food Industry, Dept. of Food Technology, Anseong National Univ.

Abstract

This study was conducted to investigate influences of cold aged dough on the quality of baguette. After 2 hours fermenting, the dough was divided 2 parts and they were stored in the refrigerator adjusted 1~-1°C. The cold aging time was 24, 48 hours respectively. After 2 hours fermentation, the dough's pH was 5.45 and 24, 48 hours cold aged dough were 4.99, 4.81. During cold aging, the difference of pH was not significant. The main organic acids in the baguette were lactic acid, acetic acid and malic acid. Among these organic acids, the acetic acid was the largest quantity regardlessly in different fermentation and the cold aging time. Right after baking, the enthalpy of all samples were almost same even though in different cold aging time, but during different storage periods they showed the difference of retrogradation by the increase of the enthalpy. 24 hours cold aging baguette had the best taste, aroma and texture in the bread's score sheet.

Key words : baguette, cold aging, organic acid, retrogradation.

서 론

우리나라에 서양식 빵류는 일제시대 초기에 도입되었으며 설탕 함량이 20~30% 정도인 단과자빵이 주종을 이루었다. 단과자빵류는 단맛을 좋아하는 우리의 기호에 적합하여 70년대까지 빵 소비의 주류를 이루었다. 그러나 단맛이 강하기 때문에 주식이 되지 못하고 간식용으로 이용되었을 뿐이다.

88년 올림픽을 계기로 우리나라에 소개된 여러 가지 빵류 가운데 바켓(Baguette)은 대표적인 프랑스 빵으로 밀가루, 물, 이스트, 소금만을 사용하여 만들기 때문에 단맛이 없고 맛이 담백하면서 구수하여 주식으로 이용된다. 그러나 바켓은 발효관리가 어렵고 반죽의 정도, 성형 숙련도, 자르는 방법, 증기오븐의 사용방법, 오븐의 구조 등 모든 공정이 일반 빵류에

비하여 복잡하고 어려워 이 가운데 한가지라도 잘못되면 제품의 품질이 손상된다¹⁾.

따라서 바켓의 품질을 개선하고 향미를 좋게 하기 위하여 반죽을 한 후 저온숙성시켜 바켓을 만들고 발효과정중 생성된 유기산이 제품에 얼마나 잔존하는지를 HPLC(high performance liquid chromatography)를 이용하여 정량하였으며 관능검사를 통하여 저온숙성 기간에 따른 차이점을 분석하였다. 또한 저온숙성시킨 반죽으로 만든 바켓을 20°C에서 저장하면서 DSC(differential scanning calorimetry)로 노화도를 측정하여 저온숙성이 노화에 미치는 영향을 조사하였다.

Corresponding author : Seong-Yun Hwang

재료 및 방법

1. 재료

제빵실험에 사용한 재료는 소맥분(대한제분 강력분 1등급), 생이스트(조흥화학) 및 소금(삼한염업)이었다.

2. 소맥분의 특성분석

시료의 일반분석은 AACC방법에 따라 다음과 같이 분석하였다²⁾. 소맥분의 수분함량은 103°C에서 4시간 건조시킨 다음 측정하였고, 회분은 590°C microwave ashing system에서 42분간 회화시켰다. 단백질 함량은 Kjeldahl법으로 측정하였다. 호화도는 Brabender사 Amylogram을 사용하였으며 wet gluten의 함량은 10g의 시료에 5.5ml 물을 가하여 반죽한 후 값을 얻었고 200°C oven에서 20분간 구워낸 후 그 부피를 종자치환법을 사용하여 측정하였다.

3. 바켓의 제조방법

제빵실험은 표 1의 배합비로 하였다.

반죽은 spiral mixer에 전재료를 투입하여 저속 3분, 고속 15분 믹싱하여 글루텐을 완전하게 발전시켰다. 이때 dough 온도는 27°C로 하였으며, 온도는 다음 식에 따라 믹서의 마찰계수를 구한 다음 계산하였다³⁾.

$$\text{마찰계수(Friction factor)} = \text{반죽온도} \times 3 - (\text{소맥분온도} + \text{물온도} + \text{실내온도})$$

$$\text{사용물온도} = \text{회망온도} \times 3 - (\text{소맥분온도} + \text{마찰계수} + \text{실내온도})$$

발효실의 온도와 습도를 27°C, RH 75%로 맞추고 2시간 발효시킨 후 세등분하여 두등분은 -1~1°C에서 저온숙성시키고, 이의 대조구(control)인 한등분은 200g씩 분할한 다음 길이 30cm로 성형하여 38°C, RH 85%로 조절된 Proofing실에 넣고 40분간 proofing시켰다. Proofing이 끝난 후 윗부분을 균형 있게 칼로 갈라준 후 스티프오븐(대형, 밀불 230°C, 윗불 210°C)에 넣고 즉시 스티프를 분사한 후 40분간 구

워냈다.

저온숙성시킨 반죽은 24, 48시간이 지난 후 꺼내 동일한 조건에서 구웠다.

4. pH 변화 및 유기산 정량

발효과정 및 저온숙성 중에 생성되는 유기산과 탄산가스에 의한 pH 변화를 경시적으로 보기 위하여 반죽 5g을 증류수 50cc에 완전하게 교반한 후 Metrom사의 744 pH meter를 사용하여 그 변화를 측정하였다.

유기산 정량은 Beckman사의 HPLC를 사용하였고 column은 Supelco Gel C-610(4.6mm i.d × 250mm)을 이용하였으며 분리용매는 0.1% phosphoric acid를 분당 0.5ml씩 흘려 주었다⁴⁾. 검출은 UV/VIS 검출기에서 210nm 파장에서 분석하였다. 각 유기산의 정성분석은 바켓 10g을 0.1% phosphoric acid 100ml에 녹여 0.25µm membrane으로 여과한 후 HPLC에 주입하였다. 사용한 시약은 Sigma사(St. Louis, MO, USA)의 malic acid, acetic acid, lactic acid, oxalic acid 특급이었다.

5. 노화도 측정

저장시험 중의 품질변화를 비교하기 위하여 DSC(TA Instrument Co., 2010, USA)를 사용하여 노화특성을 살펴 보았다. 오븐에서 꺼낸 바켓을 완전하게 식힌 후 한쪽이 개방된 바켓 포장지에 넣고 20°C 항온기에 보관하면서 시료로 사용하였다. 저장 기간 별로 일정량의 시료를 취하여 증류수와 혼합하고 15mg을 hermetic aluminium pan에 넣고 sample encapsulating press(TA instrument Co., USA)를 이용하여 밀봉하였다. 밀봉된 시료를 10°C/min.의 속도로 30°C에서 120°C까지 가열하였으며, sensitivity는 0.5cal/sec. 조건으로 하여 얻어진 endothermic peak의 면적에 따라 enthalphy를 산출하여 각 시료의 상대적인 노화도를 측정하였다.

6. 관능검사

제품의 평가는 표 2의 breads score sheet⁵⁾를 사용하여 숙달된 10명의 관능검사원이 5회 반복하여 평가한 후 그 평균을 냈다.

결과 및 고찰

일반적으로 빵제조에 사용되는 소맥분은 강력분이며 사용된 시료의 일반분석 결과는 표 3과 같다.

Table 1. Formula for baguette

Ingredients	Flour basis(%)
Bread flour	100
Water	64
Yeast	2
Salt	2

Table 2. Bread's score sheet for sensory test

Portion	Perfect score	Sample score	Penalized for -
External			
Volume	10		Too small, too large
Color of crust	8		Not uniform, light, dark, dull
Symmetry of form	3		Low end, uneven top, shrunken side
Evenness of baking	3		Light side, light bottom, dark bottom, spotty bottom
Character of crust	3		Thick, tough, hard, brittle
Break & shred	3		One side only, wild break, no shred
Score	30		
Internal			
Grain	10		Open coarse, non-uniform, thick cell walls, holes
Color of crumb	10		Gray, dark, streaky, dull
Aroma	10		Strong, musty, share
Taste	15		Flat, salt, sour, unpleasant after taste
Mastication	10		Doughy, dry, tough, gummy
Texture	15		Rough, harsh, lumpy, core, crumbly
Score	70		
Total score	100		

Table 3. Proximate composition, gluten content, baked gluten volume of bread flour

Moisture(%)	12.25
Protein(%)	12.92
Ash(%)	0.38
Wet gluten(g/10g flour)	3.6
Dry gluten(g/10g flour)	1.8
Baked gluten volume(cm ³ /10g flour)	25.1

아밀로그래프에 의한 호화온도는 60.1°C였으며 최대 점도온도는 88.2°C 그리고 최대점도는 672BU였다. 소맥분의 단백질 함량은 12.92%였으며 글루텐을 추출하여 오븐에서 구운 부피는 25.1cm³/10g flour였다. 제빵용 밀가루는 단백질 함량도 중요하지만 그 질이 우수하여야 제빵적성이 좋은데⁶⁾ 단백질의 품질을 간접 측정된 baked gluten volume을 보면 공시재료는 제빵용 밀가루로 적합함을 알 수 있었다.

반죽의 발효숙성중 pH는 2시간 정상발효후 5.45였으며 이 반죽을 -1~1°C에서 24, 48시간 저온숙성시킨 것은 각각 4.99, 4.81이었다. 제빵과정에서 가장 중요한 부분이 발효인데 이스트와 밀가루에 존재하는 젖산균, 초산균이 발효과정에 관여하여 알콜 및 유기산을 생성함으로써 빵 고유의 향취가 난다. 이때 생성되는 CO₂ 가스도 수용액상에서 pH를 떨어뜨리는 역할을 한다. 빵을 굽는 과정에서 대부분의 CO₂와 알콜은 휘발하지만 유기산과 잔존하는 알콜이 빵의 향미를 좋게 한다.

이스트의 활성은 pH 4~6에서 가장 좋다⁷⁾. 따라

서 발효가 진행되는 동안 생성되는 유기산에 의하여 이스트는 더 활성화되며 반죽온도가 7°C 이하로 떨어지면 이스트는 휴지상태가 되므로 저온숙성과정 중에 발효는 거의 일어나지 않는 것으로 추정된다. 그러나 반죽 내부온도가 7°C 이하가 될 때까지 발효가 진행되므로 저온숙성시키기 위해서는 반죽의 심부온도를 1~-1°C까지 가능한한 빨리 떨어뜨리는 것이 중요하다. 본 실험중 27°C에서 2시간 정상발효시켰을 때 pH는 5.45였으며 pH가 그보다 더 떨어지지 않는 것은 이스트 활성을 촉진시키는 이스트푸드 및 당류를 사용하지 않았기 때문으로 여겨지며, 24시간 저온숙성시킨 것이 48시간 저온숙성시킨 것에 비하여 pH 저하 정도가 크게 나타난 것은 냉장온도로 떨어지는데 시간이 요하기 때문으로 간주된다. 그러나 저온숙성 중에 pH는 4.99, 4.81로 그 변화가 극히 적어 이스트, 초산균 및 젖산균 등은 냉장조건하에서 발효를 거의 일으키지 못한 것으로 추정된다. 그렇지만 24시간 저온숙성시킨 바켓의 품질이 가장 좋은 이유는 발효생성물의 미세한 함량 차이와 저온숙성 중에 발생하는 반죽의 물성변화에 의한 것으로 사료된다.

구워낸 바켓의 유기산 종류와 함량을 HPLC로 검색한 결과는 표 4와 같다.

발효 중에 생성된 유기산은 acetic acid, lactic acid, malic acid가 주였으며 그 함량은 2시간 발효시킨 control이 각각 6276.8μg/100g, 736.3μg/100g, 511.1μg/100g으로 acetic acid가 가장 많았으며, lactic acid, acetic acid는 저온숙성시간

Table 4. Contents and compositions of the organic acids in the baguette based on the dough with different fermentation and cold aging ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

Samples	Lactic acid	Acetic acid	Oxalic acid	Malic acid
Control	736.3	6276.8	11.8	511.1
24 hrs cold aging	769.3	6658.9	11.7	412.3
48 hrs cold aging	789.4	7069.5	14.1	276.9

이 길어질수록 그 함량이 증가하였다. 바켓은 소맥분과 물, 이스트, 소금만을 사용하여 만든 빵이므로 식빵 등 다른 빵류에 비하여 발효과정이 단순하다. 소맥분에 함유된 손상전분, 맥아당 등과 생성된 알콜을 이스트와 초산균, 젖산균 등이 발효하여 유기산을 생성하게 되는데 유기산의 함량이 많을 경우 즉 발효가 지나치면 빵의 향미가 좋지 않게 된다.

바켓의 부피는 표 5에 나타난 바와 같이 2시간 발효한 것(control)이 720cc로 가장 좋았으며 48시간 저온숙성시킨 것이 581cc로 제일 부피가 작았다. 비용적은 2시간 발효한 것과 24시간 저온숙성시킨 것이 3.6, 3.4ml/g으로 큰 차이가 나지 않았으며 이는 관능검사의 결과와도 일치하였다. 숙성시간이 길수록 빵의 부피가 줄어 드는 것은 이스트의 활성이 떨어지는 것도 원인이 있겠지만 저온숙성시킨 반죽을 곧바로

로 분할성형하여 38℃에서 proofing시켰기 때문으로 여겨진다.

반죽을 $-1\sim 1^\circ\text{C}$ 에서 저온숙성시킨 후 제조한 바켓과 발효 직후 곧바로 구운 것을 20℃에서 저장하면서 저장기간별로 DSC를 사용하여 노화도를 살펴본 결과는 표 6과 같다. 제빵 직후 각 시료의 enthalphy는 거의 유사한 값을 보여 반죽의 저온숙성 기간이 제품의 노화에 영향을 미치지 않는 것으로 보였으며 다만 각 시료별로 저장기간에 따라 enthalphy의 증가로 인한 노화도의 차이를 보였다.

이는 Ghiasi 등⁸⁾, Nakazawa 등⁹⁾ 및 이 등¹⁰⁾의 연구와 일치하는 것으로, 저장기간중 호화된 전분이 노화에 의하여 형성된 결정부분의 수소결합을 분해하는데 더 많은 에너지가 필요하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 호화개시온도(T_0)가 저장기간에 따라 낮은 온도 쪽으로 이동하는 것은 무정형의 전분입자에 존재하는 전분사슬들은 서로간에 가교를 형성하여 무정형 부분을 안정화 시키고 호화를 지연시키는데¹¹⁾ 호화된 무정형의 전분입자가 저장기간이 경과함에 따라 결정형으로 전환되기 때문에 안정성이 떨어지게 되고 결과적으로 호화를 촉진시켜 호화온도가 낮아지는 것으로 생각된다.

관능검사 결과는 표 7에 나타난 바와 같이 24시간

Table 5. Loaf volume & specific volume of the baguette

Volume	Control	Cold aging	
		24 hrs	48 hrs
Loaf volume*	720	680	581
Specific volume**	3.6	3.4	2.9

* : ml/dough weight 200g, ** : ml/dough g

Table 6. DSC characteristics of the baguette in different cold aging and storage time

Samples	Storage time(hrs)	$T_0(^\circ\text{C})^*$	$T_c(^\circ\text{C})^{**}$	$\Delta H(\text{Cal}/\text{s})$
Control	—	43.76	76.03	0.3504
	24	43.15	75.84	0.3737
	48	42.35	75.95	0.4029
	72	42.01	73.93	0.4312
24 hrs cold aging	—	43.27	76.33	0.3581
	24	42.85	76.02	0.3874
	48	42.17	75.87	0.4008
	72	41.91	72.68	0.4337
48 hrs cold aging	—	43.19	77.53	0.3572
	24	42.54	76.21	0.3831
	48	42.32	75.42	0.4106
	72	41.83	73.28	0.4358

* T_0 : Onset temperature, T_c : Conclusion temperature

Table 7. Bread's score for sensory test

Portion	Perfect score	Control	Cold aging(-1~1℃)	
			24 Hrs.	48 Hrs.
External				
Volume	10	10	9	9
Color of crust	8	8	8	7
Symmetry of form	3	3	3	3
Evenness of baking	3	3	3	3
Character of crust	3	3	3	2
Break & shred	3	3	3	2
Score	30	30	29	26
Internal				
Grain	10	9	9	8
Color of crumb	10	9	10	9
Aroma	10	9	10	9
Taste	15	14	15	13
Mastication	10	9	9	8
Texture	15	13	15	13
Score	70	63	68	60
Total score	100	93	97	86

저온숙성시킨 것이 종합적으로 높은 평점을 받았으며 바켓의 부피와 빵겉질의 색은 2시간 발효시킨 것(control)이 다른 것에 비하여 좋았다. 이는 장시간 저온숙성 중 당이 소모되어 마이야르 반응이 약하게 일어난 이유도 있지만 굽는 과정에서 oven spring이 충분하지 못하여 빵의 부피가 작게 되고 따라서 열가열 면적이 더 작아졌기 때문으로 여겨진다.

일반적으로 빵의 품질평가 가운데 가장 중요한 것은 빵의 조직감, 향미, 기공상태 등이다. 조직감은 24시간 저온숙성한 것이 다른 것에 비하여 높은 평가를 받았다. 저온숙성 중에 완만하게 일어나는 발효는 제품에 좋은 향미를 부여하고 조직을 좋게 하기 때문으로 여겨진다. 그러나 기공은 바켓의 경우 식빵류와는 달리 거칠게 만들고 그 크기도 일정하지 않은 것이 더 좋은 것으로 간주된다. 때문에 바켓을 성형하는 실험자에 따라 기공이 형성되는 정도의 차이가 크게 달라진다.

바켓을 외관과 내관으로 구분하여 평가한 결과를 보면 외관은 2시간 발효시킨 것이 가장 좋았으나 내관은 24시간 저온숙성시킨 것의 평점이 가장 좋았다. 48시간을 저온숙성시킨 경우는 외관은 물론 내관의 평가도 좋지 못하였다. 이는 당의 소모로 인하여 마이야르반응이 충분하게 일어나지 못하였을 뿐만 아니라 acetic acid가 과다하게 생성되어 향미를 오히려 떨어뜨렸기 때문으로 여겨진다.

요 약

바켓반죽의 저온숙성이 바켓의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 글루텐을 완전하게 발전시킨 반죽을 세등분하여 즉시 성형하여 구운 것과 1~-1℃에서 각각 24, 48시간 저온숙성시키고 발효 및 저온숙성 중의 pH변화와 유기산 종류 및 그 함량을 분석하였다. 바켓 발효과정중 생성되는 유기산은 acetic acid가 가장 많았으며 다음은 lactic acid 였으며 저온숙성 중 pH변화는 극히 적었다. 각각의 시료를 20℃에서 저장보관하면서 DSC를 사용하여 crumb의 enthalpy 변화로 바켓의 노화 정도를 측정된 결과 반죽의 저온숙성 기간의 차이는 제품의 노화에 영향을 거의 미치지 않았으며 종류별로 구워낸 바켓의 저장중에 enthalpy가 증가하여 노화도에 차이를 보였다. 한편 관능검사의 결과는 2시간 발효시킨 바켓의 외관이 가장 좋았다. 그러나 맛, 조직감, 향미 등은 24시간 저온숙성시킨 것이 다른 것에 비하여 높은 평점을 받았다.

참고문헌

1. Bernard Clayton, Jr. : *The breads of France*, Bobbs-Merrill, USA, p.34(1978).
2. AACC : *American Association of Cereal Chemists*, 8th, Ed. American Association of Cereal Chem-

- ists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA(1983).
3. 김정, 이용규 : *제빵기술*, 미국소맥협회 한국지부, p. 94(1984).
 4. 이상덕 : 구기자의 성분 및 유출물의 조성에 관한 연구, 충남대학교 식품공학과 석사논문(1995).
 5. American Institute of Baking : *Scoring of baked products*, Text book of AIB(1984).
 6. 정옥경 : 제빵과정에 있어서 밀가루 지방질, 쇼트닝 및 유화제의 역할, *한국식품과학회지*, 13(1), 74(1978)
 7. Pyler : *Baking Science and Technology*, Siebel Publishing Co. p.199(1973).
 8. Ghiasi, K., Hosoney, R. C., Zeleznak, K. and Rogers, D. E. : Effect of waxy barley starch and reheating of firmness of bread crumb, *Cereal Chem.*, 61, 281(1984).
 9. Nakaza, F., Noguchi, S., Takahashi, J. and Takada, M. : Gelatinization and retrogradation of rice starch studied by differential scanning calorimetry, *Agric. Biol. Chem.*, 48, 201(1984).
 10. 이경혜, 이영춘 : 발효빵에 첨가한 Carboxymethyl Chitosan이 품질에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 29, 96(1997).
 11. Spies, R. D. and Hosoney, R. C. : Effect of sugars on starch gelatinization, *Cereal Chem.*, 59, 128(1982).

(1998년 6월 5일 접수)