

## Sourdough 첨가 보리식빵의 물성적 특성

홍정훈 · 김경자 · 방극승\*

동아대학교 식품영양학과, \*동아대학교 축산학과

### Effect of Sourdough Starter on the Characteristics of Rheological of Barley bread

Jeong-Hoon Hong, Kyoung-Ja Kim and Keuk-Seung Bang\*

Dep. of Food and Nutrition, Dong-A University

\*Dep. of Animal Science, Dong-A University

#### Abstract

To investigate the effect of sourdough on the quality characteristics of barley bread, sourdough starter with *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sanfrancisco* and *Enterococcus mundtii* was used for baking after 48 hours incubation at 37°C. The specific volume of the bread containing sourdough starter was greater than that the control. Retarding of the firmness was observed in the bread with *Lactobacillus sanfrancisco* compared with the control and other breads. Above results suggest that sourdough starter fermented by *Lactobacillus* can be used as natural bread improver.

Key words: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*, sourdough starter, barley bread

#### I. 서 론

산업의 근대화와 경제수준의 향상으로 사회구조가 조직화되고 발달되면서 일상생활 및 식생활의 형태에 다양한 변화를 가져오게 되었다. 대가족 중심의 전통적 식생활에서 현대 사회의 핵가족화로 주식대용으로 간편하게 이용할 수 있는 인스턴트식이나 주식대용으로 빵류에 대한 수요가 증가되고 있다. 그 중 식빵은 밀가루와 이스트, 소금, 설탕, 물의 주재료에 우유, 버터, 옥수수 밤 등의 부재료를 배합하여 만든 반죽을 발효시켜 구운 것으로 열량이 높고 부드러워 많이 이용하고 있으며 건강유지를 위한 기능성 제품의 상품화가 이루어지고 있다.

지금까지의 조리 과학적인 연구에는 부재료의 첨가에 관한 제빵 특성에 관한 보고<sup>1,5)</sup>와 천연물질을 이용한 제품품질개선에 대한 연구가 있다. 천연물질을 이용한 연구에는  $\alpha$ -amylase를 이용한 제품품질 개선연구<sup>6)</sup>와 sourdough에서 빵의 품질을 향상시키는 미생물(lactic acid bacteria)을 분리 동정하여 사용하는 연구<sup>7,8)</sup>가 보고되고 있다.

Sourdough는 산업적으로 yeast가 만들어지기 전에 공기 중에 존재하는 wild yeast와 유산균에 의해 만들어

진 발효반죽을 말한다. 주로 유산균에 의해 생성되는 젖산과 아세트산에 의해 신맛이 나며 독특한 풍미가 있어 유럽빵의 제조에 이용되고 있다. 이러한 독특한 풍미를 형성하는 유산균은 2가지 종류가 있으며 이중 정상발효균은 조직감을 좋게 하고 탄력성이 좋은 빵을 만들며 이상발효균은 맛을 향상시키고 팽창을 돕는 역할을 하게 된다.

본 연구에서는 보리가루를 첨가하여 만든 식빵에 *Lactobacillus* 균주를 발효시켜 제조한 sourdough starter의 첨가가 빵의 풍미와 품질개선에 미치는 영향을 검토하기 위해 sourdough starter의 pH, 산도, 보리식빵의 용적비 그리고 경도를 측정하였다.

#### II. 실험재료 및 방법

##### 1. 실험재료 및 균주의 분리

###### (1) 실험재료

밀가루는 제일제당(주)에서 생산된 제빵용 백설 강력분 밀가루 강력 1등급(단백질 12.71%, 회분 0.44%, 수분 12.8%)을 사용하였으며 보리가루(성립식품)는 나주산 쌀 보리를 건조 분쇄한 것을 사용하였다. 설탕을 제일제당 정백당(당도 99.9%), 식염은 한주소금(순도 98%), 효모

Table 1. Baking formula

Ingredients	Percentage on the basis of 100% of wheat flour (%)	
	Control	BSS*
Flour	80	80
Barley	20	-
Water	60	18
Yeast	1.2	1.2
Salt	2	2
Suger	5	5
Shortening	4	4
Starter	-	62**

\*Barley bread with using sourdough starter.

\*\*Barley flour 20% + sourdough media 40% + bacterial suspension 2%.

Table 2. Composition of sourdough media

Ingredients	Amounts(g/l)
Maltose	20
Yeast extract	3
Peptone	6
Tween 80	0.3

는 제나코 주식회사의 생효모를 사용하였다.

#### (2) 균주 및 배지

균주는 생명공학 연구소에서 분양받은 *Lactobacillus plantarum*(KCTC3105), *Lactobacillus sanfrancisco*(KCTC3205) 그리고 보리에서 분리한 균주(*Enterococcus mundtii*)를 사용하였고 사용한 배지는 sourdough배지<sup>8)</sup>이며 Table 2에 조성이 나타나 있다.

배양방법은 *Lactobacillus plantarum*(KCTC3105)와 *Enterococcus mundtii*은 37°C, 48시간 동안 호기적으로 배양하였고 *Lactobacillus sanfrancisco*(KCTC3205)는 이산화탄소 가스를 주입하여 25°C, 48시간동안 배양하였다.

#### (3) Sourdough starter의 제조

보리가루 100 g, sourdough media 200 ml 및 48시간 동안 배양한 각각의 균주 배양액 10 ml를 혼합하여 밀분한 후 37°C에서 pH가 4.5가 될 때까지 incubator(CO<sub>2</sub> Vision Co., LTD KMC-8409C)에서 배양하였다. 이렇게 제조된 starter를 식빵 반죽 시 함께 혼합하여 보리식빵을 제조하였다.

## 2. 실험방법

#### (1) 균주의 동정

Sourdough배지에 보리가루 넣고 이때 자라는 균주를 계대배양하여 미생물동정기(Biolog Co., U.S.A., Biolog Moco Log 34.01A)에서 동정하였다.

#### (2) 식빵의 제조

제조 공정은 배양된 starter에 나머지 원료를 혼합하여 최종반죽온도가 26°C가 되도록 하였다. 1차발효는 27°C, 상대습도 75%의 발효기(신신제과제빵기계공업사에서 90분간 실시하였다. 1차 발효가 끝난 반죽을 170 g으로 분할하여 둥글리기 한 후 28°C, 10분간 상온에서 중간발효를 시켰다. 중간발효가 끝난 후 밀대를 사용하여 가스 빼기를 하고 반죽을 원통형으로 성형하여 발효기에서 34°C, 상대습도 85%, 60분간 2차 발효를 실시한 후 170~180°C oven(신신제과제빵기계공업사)에서 25분간 구운 후, 2시간 냉각시켜 폴리에틸렌 비닐로 포장하여 상온(28°C)에서 저장하였다.

#### (3) Starter의 pH와 산도 측정

##### ① pH

보리가루 100 g, sourdough media 200 ml 그리고 균주액 10 ml를 균일하게 혼합하여 37°C incubator에서 배양하면서 시간별로 pH를 측정하였다.

##### ② 산도

AACC 방법 02~31<sup>9)</sup>에 따라 starter 10 ml에 동량의 증류수를 균일하게 혼합하여 거른 후 1.0% phenolphthalein 지시약 0.5 ml 넣고 혼합한 후 0.1N NaOH로 적정하여 핑크색이 30초간 지속되는 점을 종말점으로 간주하였다.

#### (4) 빵의 비용적 및 경도 측정

##### ① 용적비

빵의 용적은 종자치환법<sup>10)</sup>으로 구하였고 빵의 무게를 측정 한 후 용적비(용적/무게, specific volume, ml/g)으로 나타내었다.

##### ② 경도

빵을 oven에서 꺼낸 후 실온에서 2시간 방치 한 후 폴리에틸렌 비닐에 넣고 상온(28°C)에서 6일간 보관하면서 빵의 경도를 Rheometer(Sun Rheometer Compac-100, Japan)를 사용하였다. 빵의 크기는 두께 15 mm, 가로 25 mm, 세로 25 mm로 절단하였으며 빵의 상단과 하단을 각각 3 cm씩 잘라내고 식빵의 가장 중간부분을 사용하여 3번 측정하고 그 평균값을 사용하였다. 측정조건은 Table 3과 같다.

#### (5) 통계처리

spss-pc<sup>12,13)</sup>을 이용하여 평균과 표준편차 그리고 분산

Table 3. Test condition of Rheometer

Force range	10 kg full scale
R/H HOLD	5.0 mm
P/T press	70 mm/min
Table speed	60 mm/min
Grap speed	200 mm/min
Critical diameter	20 mm
Sample size	25×25×15 mm <sup>3</sup>

분석(ANOVA)으로  $p < 0.05$  수준에서 시료간의 유의성을 검토하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 균주의 동정

보리에서 분리한 균주는 Gram 양성의 구균으로 미생물 동정기를 이용하여 동정해 본 결과 *Enterococcus mundtii* 와 89%의 상동성을 보여 이 균주는 *Enterococcus*속으로 동정되었다. 유산균은 Gram 양성으로 각종 당을 발효하여 에너지를 획득하고 소비한 glucose로부터 50%이상의 유산을 생성하는 세균의 총칭이다<sup>11)</sup>. 현재 유산균은 12개 속으로 분류되며 *Enterococcus*속도 이 12가지 속에 포함되며 소의 장내균총의 안정과 체중 개선 효과에 사용되는 probiotics이다.

#### 2. Starter의 pH와 산도의 변화

보리식빵에 첨가한 starter의 시간별 pH와 산도의 변화가 Table 4에 나타나 있다.

초기 pH는 모두 5.5였으며 시간이 경과함에 따라 가장 먼저 pH가 떨어지기 시작한 것은 *Lactobacillus sanfrancisco*이였으며 다음으로 *Enterococcus mundtii*와 *Lactobacillus plantarum*의 순이었다. pH 4.5까지 떨어 지는데 걸리는 시간도 *Lactobacillus sanfrancisco*가 8시간 10분으로 가장 짧았으며 *Enterococcus mundtii*는 9시간 30분이었으며 *Lactobacillus plantarum*은 9시간

50분의 순이었다.

장 등<sup>20)</sup>에 의하면 이상발효를 하는 *L. brevis*가 산 생성량이 가장 많았다고 보고하고 있으며 Lonner 등<sup>21)</sup>은 sourdough 라이맥빵에 이용되는 유산균 중 이상발효균이 sourdough bread의 품질에 영향을 미친다고 발표하였다.

동일한 pH에서 산도는 *Lactobacillus sanfrancisco*가 가장 산도가 높았으며 *Enterococcus mundtii*, *Lactobacillus plantarum*의 순이었다. 이는 이상발효 시 젖산외에 초산이 생성되어 이상발효균인 *Lactobacillus sanfrancisco*의 pH가 가장 빨리 떨어지는 것으로 생각된다.

#### 3. 빵의 비용적 측정

Starter를 첨가한 보리식빵의 부피와 용적비가 Table 5에 나타나 있다.

대조군에 비해 균주가 혼합된 식빵 3개 모두 부피가 커졌으며 이중 *Lactobacillus sanfrancisco*가 가장 부피가 컸으며 대조군에 비해 11%정도 부피가 증가하였다.

부피를 무게로 나눈 용적비도 부피와 같은 경향을 보였다. Oven안에서 제품의 내부온도가 50°C에 도달되기 전까지는  $\alpha$ -amylase와 효모의 활성이 가속되어 많은 양의 이산화탄소가 생성되며 생성된 이산화탄소는 제품의 체적을 크게하는 원인이 된다. 제품의 온도가 60°C에 도달하게 되면 대부분의 효소와 효모는 불활성화 되나 계속적인 부피 팽창이 일어나며 이 부피팽창을 oven spring이라 하고 원래 부피의 약 1/3정도가 증가하게

Table 4. Change of pH and titratable acidity(TTA) by *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii* in starter at 37°C

LS			EM			LP		
Time(hr)	pH	TTA(ml)	Time(hr)	pH	TTA(ml)	Time(hr)	pH	TTA(ml)
0	5.5	1.23±0.15	0	5.5	1.27±0.15	0	5.5	1.23±0.17
7	5.3	2.17±0.12	8	5.3	1.64±0.13	8	5.3	1.54±0.24
7:30	5.1	2.93±0.28	8:40	5.1	2.53±0.15	8:50	5.1	2.44±0.21
7:40	4.9	3.97±0.25	9	4.9	3.53±0.21	9:20	4.9	3.32±0.53
8	4.7	4.83±1.53	9:20	4.7	4.30±0.20	9:40	4.7	4.12±0.12
8:10	4.5	6.43±0.31	9:30	4.5	6.07±0.12	9:50	4.5	5.97±0.13

CO : Control, LP : *Lactobacillus plantarum*, LS : *Lactobacillus sanfrancisco*, EM : *Enterococcus mundtii*

Table 5. General properties of sourdough bread

	loaf volume(ml)	loaf weight(g)	specific volume(ml/g)	height(cm)
CO	1425.67±11.01 <sup>a</sup>	468.73±3.28 <sup>ab</sup>	3.04±0.01 <sup>a</sup>	7.39±0.16 <sup>a</sup>
EM	1642.33±6.66 <sup>c</sup>	469.33±4.09 <sup>b</sup>	3.42±0.24 <sup>b</sup>	9.45±0.10 <sup>c</sup>
LP	1567.33±17.01 <sup>b</sup>	462.13±4.27 <sup>a</sup>	3.41±0.03 <sup>b</sup>	9.09±0.09 <sup>b</sup>
LS	1672.0±14.42 <sup>d</sup>	464.10±1.85 <sup>ab</sup>	3.60±0.04 <sup>b</sup>	9.43±0.06 <sup>c</sup>

CO : Control, LP : *Lactobacillus plantarum*, LS : *Lactobacillus sanfrancisco*, EM : *Enterococcus mundtii* Mean values in the Same column followed by the same letters are not different at  $p > 0.05$ .

Table 6. Firmness values of sourdough bread crumb during storage at room 28°C

	0	24hr	48hr	96hr	144hr
CO	356.67±11.54 <sup>a</sup>	656.67±15.53 <sup>a</sup>	723.33±15.28 <sup>a</sup>	793.33±15.28 <sup>a</sup>	826.67±15.28 <sup>a</sup>
EM	180.00±10.00 <sup>b</sup>	200.00±10.00 <sup>a</sup>	266.67±15.27 <sup>c</sup>	366.68±15.28 <sup>c</sup>	486.68±5.87 <sup>c</sup>
LP	183.33±5.78 <sup>b</sup>	226.67±15.28 <sup>b</sup>	333.33±20.82 <sup>b</sup>	446.67±25.17 <sup>b</sup>	546.67±15.28 <sup>b</sup>
LS	146.67±5.78 <sup>c</sup>	163.33±15.27 <sup>d</sup>	246.68±15.28 <sup>c</sup>	322.33±15.27 <sup>d</sup>	373.45±20.82 <sup>d</sup>

CO : Control, LP : *Lactobacillus plantarum*, LS : *Lactobacillus sanfrancisco*, EM : *Enterococcus mundtii* Mean values in the Same column followed by the same letters are not different at  $p>0.05$ .

Table 7. Effect of addition of sourdough on the elongation of the self life in barley bread at 28°C

sample	days							
	0	1	2	3	4	5	6	7
CO	-	-	-	+	+	+	+	+
EM	-	-	-	-	-	-	-	+
LP	-	-	-	-	-	-	-	+
LS	-	-	-	-	-	-	-	+

CO : Control, LP : Barley bread using *Lactobacillus plantarum*, LS : Barley bread using *Lactobacillus sanfrancisco*, EM : Barley bread using *Enterococcus mundtii*.

된다<sup>10)</sup>. 식빵의 높이는 *Lactobacillus sanfrancisco*와 *Enterococcus mundtii*가 가장 컸고 다음이 *Lactobacillus plantarum*, 대조군의 순이었으며 data는 제시하지 않았지만 *Lactobacillus sanfrancisco*와 *Enterococcus mundtii*의 oven spring이 크게 나타났다.

#### 4. 경도 및 곰팡이의 발생시기 측정

3개의 균주를 이용해 제조된 starter가 첨가된 보리식빵의 경도(firmness)변화가 Table 6에 나타나 있다.

빵의 경도는 시간이 지남에 따라 지속적으로 증가하였으며 경도가 가장 낮은 *Lactobacillus sanfrancisco*와 다음으로 낮은 *Enterococcus mundtii*의 경우 초기에는 경도 변화가 별로 없었다가 48시간 경과 시 경도가 증가하였다.

Starter가 첨가되지 않은 빵의 상업적 수명을 2일로 본다면 이때의 대조군의 경도는 723.337이었다. *Lactobacillus sanfrancisco*의 경우 144시간에도 경도가 373.3이었다.

96시간 경과 시 대조군에만 곰팡이가 발견되었고 다른 균에서는 144시간 이후에도 곰팡이가 발견되지 않았다. 따라서 starter의 첨가로 저장성 개선 효과가 현저하다는 것을 알 수 있었다. Kirbey 등<sup>15)</sup>은 비해리분자 상태의 아세트산이 *A. niger*의 성장을 멈추게 한다고 보고 하였으며 이러한 보고는 Table 7에 나타난 것과 같이 본 실험결과와 일치하였다.

## IV. 요약

1. 보리에서 분리한 균주는 Gram 양성의 구균으로 미생물 동정기를 이용하여 동정해 본 결과 *Enterococcus mundtii*와 89%의 상동성을 보여 이 균주는 *Enterococcus* 속으로 동정되었다.

2. 초기 pH는 모두 5.5였으며 시간이 경과함에 따라 가장 먼저 pH가 떨어지기 시작한 것은 *Lactobacillus sanfrancisco*이었으며 다음으로 *Enterococcus mundtii*와 *Lactobacillus plantarum*의 순이었다. pH 4.5까지 떨어지는데 걸리는 시간도 *Lactobacillus sanfrancisco*이 8시간 10분으로 가장 짧았으며 *Enterococcus mundtii*는 9시간 30분이었으며 *Lactobacillus plantarum*은 9시간 50분의 순이었다. 동일한 pH에서 산도는 *Lactobacillus sanfrancisco*가 가장 산도가 높았으며 *Enterococcus mundtii*, *Lactobacillus plantarum*의 순이었다.

3. 대조군에 비해 균주가 혼합된 식빵 3개 모두 부피가 커졌으며 이중 *Lactobacillus sanfrancisco*가 가장 부피가 컸으며 대조군에 비해 11%정도 부피가 증가하였다.

부피를 무게로 나눈 용적비도 부피와 같은 경향을 보였다. 식빵의 높이는 *Lactobacillus sanfrancisco*와 *Enterococcus mundtii*가 가장 컸고 다음이 *Lactobacillus plantarum*, 대조군의 순이었다.

4. 96시간 경과 시 대조군에만 곰팡이가 발견되었고 다른 균에서는 144시간 이후에도 곰팡이가 발견되지 않았다. 경도는 시간경과에 따라 지속적으로 증가하였으며 경도가 가장 낮은 *Lactobacillus sanfrancisco*와 다음으로 낮은 *Enterococcus mundtii*의 경우 초기에는 경도 변화가 별로 없었다가 48시간 경과 시 경도가 증가하였다.

## 참고문헌

1. Lee, K. H. : Sensory characteristics of pound cake baked from korean wheat flour. *Korean J. Food Nutr.*, 9:419, 1996
2. Chang, J. O. and Ryu, H. J. : The physical properties of

- rice and color rice-added cakes. *J. East Asian Diet Life*, **8**:51, 1998
3. Kim, J. S. : Sensory characteristics of green tea bread. *Korean J. Food Nutr.*, **11**:765, 1998
  4. Kim, E. J. : Effect of pine needle extracts on bread properties and antioxidative ability according to preparation methods. M. S. thesis, Kyung san Univ., Kyungsan, Korea, pp. 1-30, 1998
  5. Im, J. G., Kim, Y. S. and Ha, T. Y. : Effect of sorghum flour addition on the quality characteristics of muffin. *Korean J. Food Sci., Technol.*, **30**:1158, 1998
  6. Chamberlain, N., Collins, T. H. and McDermott, E. E. :  $\alpha$ -amylase and bread properties. *J. Food Tech.*, **16**:127, 1981
  7. Sugihara, T. F. and Kline, L. : Microorganism of the San francisco sour dough process. I. Yeast responsible for the leavening action. *Appl. Microbial.*, **21**:456, 1971
  8. Kline, L. and Sugihara, T. F. : Microorganism of the San francisco sour dough process. II. Isolation and characterization of underscribed bacterial species responsible for the souring activity. *Appl. Microbial.*, **1**:459, 1971
  9. American Association of Cereal Chemists : Approved Method 22-14 of the AACC. St. Paul, MN, 1962
  10. Pyler, E. J. : Physical and chemical test methods. Baking Science and Technology. Sosland Pub Co., Merrian Kansas, Vol. II, pp. 891-895, 1979
  11. 정창민, 강국희 : 유산균의 산업적 이용과 개발전망. *생물산업*, **62**(2):16, 1999
  12. 정충영, 최이규 : spss win(3판), 무역경영사, p 518, 1998
  13. 강병서 : 통계분석을 위한 spss-pc<sup>+</sup>, 무역경영사, p. 300, 1997
  14. Seibel, W. and Brummer, J. M. : The Sourdough Process for Bread in Germany, *The American Association of Cereal Chemists*, **36**(3):299, 1991
  15. Kirbey, G. W., Frey, C. N. and Atkins, L. : The influence of acidity upon the growth of *Aspergillus niger*. *Cereal Chem.*, **14**:865, 1987
  16. Sharples, A. : Introduction to poly crystallization. Edward Arnold Ltd., London, pp. 50-55, 1966
  17. 조남지, 이시경, 김성곤 : Bifidobacterium bifidum을 이용한 밀가루 brew가 반죽의 이화학적 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **30**(4):832, 1998
  18. 조남지, 김혁일, 김성곤 : Bifidobacterium bifidum을 첨가한 밀가루 brew의 천연제빵개량제로서의 효과. *한국식품영양과학회지*, **28**(6):1275, 1999
  19. 권혁련, 안명수 : 쌀가루와 기타 전분을 이용한 식빵 및 리스크의 제조방법과 물성에 관한 연구(I). *한국조리과학회지*, **11**(5):479, 1995
  20. 장준영, 안재범 : 빵의 품질에 미치는 유산균의 영향, *한국식품영양과학회지*, **9**(4):509, 1996
  21. L. Lonner and K. Preve-Akesson : Effects of lactic acid bacteria on the properties of sourdough bread, *Food Microbial.*, **6**:19, 1989
- 
- (2000년 7월 24일 접수)