

Lactobacillus delbrückii 첨가가 식빵의 품질에 미치는 영향에 관한 연구

심의진* · 안종훈* · 유제현**
진로그룹 종합연구소

Studies on the effect of *Lactobacillus delbrückii* on the quality of bread

E. J. Shim*, J. H. An* and J. H. Yu**
Jinro Central Research Institute

ABSTRACT

This study was conducted to obtain basic data about the effect of *Lactobacillus delbrückii* on the quality and preservability of the bread during bread making. The parameters measured to investigate the bread quality were water content, water activity, pH, hardness, shelf life and sensory evaluation.

The results obtained were as follows :

1. During the storage period, moisture evaporated faster in normal bread than the sourdough bread(10, 30, 50%).
2. Normal bread showed 0.94 and sourdough bread resulted from 0.94 to 0.96 in water activity.
3. The concentration rate of sourdough and different dough method resulted in significantly difference value of pH in bread.

As the sourdough concentration rate increased the pH changed from 5.5 to 4.5 in sponge dough method. However, the sourdough concentration rate increased, the pH dropped from 5.4 to 4.8 in the bread which made by straight dough method.

4. The normal bread showed tough texture than the sourdough bread as the storage period is extended.
5. As the ratio of sourdough increased, the pH became lower and the production of the off flavor, the growth of mold delayed for one or two days when stored at 30°C.
6. The bread with sourdough resulted in higher score than the normal bread by sensory evaluation.
7. The bread with 30% sourdough by straight dough method showed the highest score and the bread with 10% sour dough by sponge dough method resulted in the highest score by sensory evaluation.

* 진로그룹 종합연구소 식품연구팀(Jinro Central Research Institute)

** 건국대학교 낙농학과(Dept. of Dairy Science, Colledge of Animal Husbandry, Kon-Kuk Univ.)

Corresponding address : E. J. Shim, Jinro Central Research Institute, SEOCHO P. O. BOX 215.

I. 서 론

제빵에서 유산균의 이용은 국내에서는 아직 미약하지만 서구 및 미주지역에서는 오래전 부터 박테리아를 이용한 제빵법으로 만든 빵이 독특한 풍미를 지니고 있었고 영양이 풍부한 자연식품으로 널리 애용되어 왔다.

일반적으로 제빵용 이스트가 아닌 젖산발효나 초산발효를 일으키는 박테리아에 의해서 발효된 반죽을 sourdough라고 말하며, sourdough를 이용한 발효빵은 산생성을 촉진시켜 빵의 보존기간을 연장시키며 독특한 풍미를 갖게 한다.

빵의 제법중 하나인 straight dough method는 모든 재료를 한번에 반죽하는 방법이며 sponge dough method는 한번에 반죽하는 것이 아니라 두번에 나누어 반죽하는 방법으로 첫번째 반죽은 27℃ 발효실에 75~80%의 상대습도로 보통 3시간 내지 4시간 30분 정도 발효시킨 다음 나머지 재료를 넣고 두번째 반죽을 한다.

본 연구는 *L. delbrückii*의 stater culture를 첨가하여 straight dough method, sponge dough method으로 빵을 제조하여 그 품질과 보존성에 관한 기초적 자료를 탐색하기 위해 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

식빵을 만들기 위하여 재료는 밀가루 (대선제분), 탈지분유 (매일유업), 이스트 (조흥화학), 정제식탁염을 사용하였다. Sourdough제조에 사용된 균주는 *Lactobacillus delbrückii* (freezed dried starter culture, chr. Hanses, Denmark)를 사용하였다.

2. 제조방법

1) Sour dough 제조

물 1kg에 *L. delbrückii* 1g을 풀고 다시 밀가루 1Kg을 분산시킨 다음 30℃에서 16시간 발효시켰다.

2) Straight dough method & sponge dough method

제조공정은 Fig. 2와 같으며 Sourdough 이용제조는 각각의 방법에 Sourdough를 밀가루 대비 10, 30, 50%를 첨가하여 제조하였다.

Table 1. Ingredients of (Sponge) dough formula

Ingredients	Sponge(%)	Dough(%)
Flour	33.00	22.00
Yeast	1.64	
Yeast food	0.05	
Water	18.20	12.80
Salt		0.82
Sucrose		2.73
Skim milk powder		1.64
Egg		2.72
Butter		4.40
Total	52.89	47.11

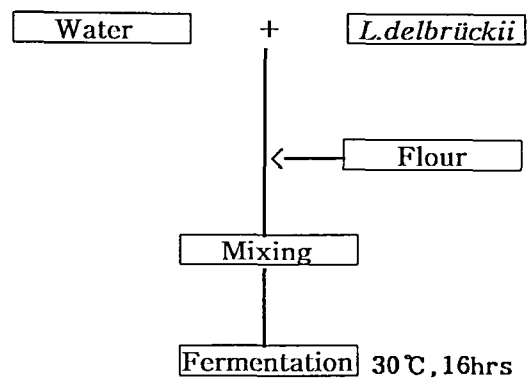


Fig. 1. Flow diagram of sour dough manufacturing.

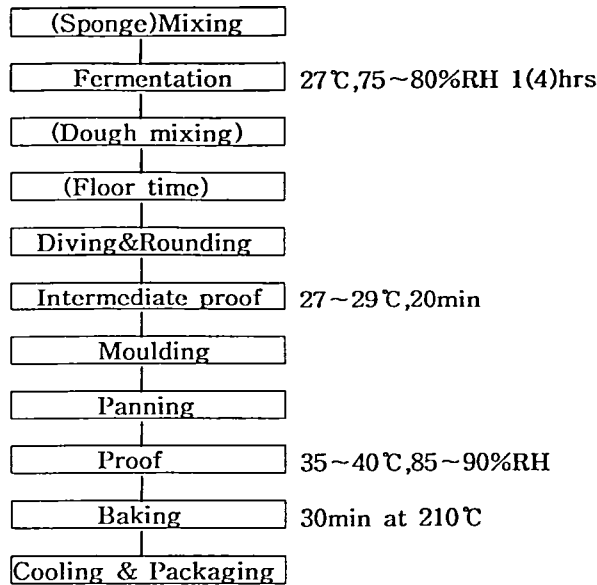


Fig. 2. Flow diagram of bread manufacturing by the straight dough and sponge dough method.

3. 실험방법

1) 수분

상압건조법에 따라 측정하였다. 즉, 105°C의 오븐에서 건조법에 의해 측정하였다.

2) 수분활성

용기에 포화염 용액을 넣은 후 그 위에 시료를 두고 시간의 경과에 따른 시료의 흡습, 탈습에 따른 무게의 증감을 조사하여 수분함량이 평형에 도달한 그때의 시료 무게와 최초의 시료 무게와의 차이를 고려하여 수분활성도를 구하였다.

3) pH 측정

모든 제품은 pH meter (Kent, EIL 7020, England)를 이용하여 측정하였다.

4) Hardness 측정

Rheometer (Sun co., CR ZOOD, Japan)를 사용 시료를 일정한 크기로 잘라 측정 테이블 위에 올려 놓고 플러그를 일정한 깊이로 진입시켜 그때의 대응하는 변화를 기록지에 기록하여 측정하였다. 운전조건은 다음과 같다. : Mode-2, Probe type-압축탄성 Force, Scale-1kg, Table speed-120mm/min, Chart speed-60mm/min, Setting depth-70mm, Chart range-200×1(mv).

5) 보존 기간

항온기 30°C±0.5°C에서 방치하여 1일 2회씩 관찰하여 이미 이취 및 곰팡이 발생 유무를 조사하였다.

6) Sensory evaluation

본 실험의 관능 검사에서는 장(1987)의 방법을 기초로 scoring test를 이용하여 외관(appearance), 조직(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 산미(acidity) 등으로 설정한 후 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수분함량

빵 중의 수분 함량을 적절하게 유지하는 일은 매우 중요하다. 소량의 수분 함량의 차이일지라도 그 저장수명을 연장하는데 있어서 중대한 영향을 주는 경우가 있다.

전분의 수분 함량이 60% 이상 그리고 수분 함량이 30% 이하의 경우에는 전분분자들의 침전이 억제되므로 노화는 잘 일어나지 않는 것으로 알려져 있다. sour dough를 이용한 빵에서 유산균에 의한 산생성으로 pH가 저하되어 원료 맥분의 단백질과 탄수화물의 수화와 팽창을 촉진시켜 보수력을 증가시켜 주며 탄수화물의 효소적 분해를 억제시켜 탄력성을 증가시킨다(Seibel, 1991).

수분함량의 변화는 Straight dough method에 있어 일반 식빵의 경우 24 hr에 39.84%에서 72

hrs경과시 38.1%로 1.74% 감소를 보이고 있으며 sourdough첨가한 식빵의 경우는 0.55~1.31%의 변화를 보이고 있다. 또한 sponge dough method 제조시 일반 식빵의 경우 39.3%에서 38.1%로 1.2% 감소를 보이고 있으며, sour dough 첨가시 0.54%에서 0.82% 변화를 보이고 있어 sourdough를 첨가한 식빵이 일반 식빵에 비해 보수력 증가 효과가 있다고 사료된다.

2. 수분활성

식품의 수분활성도는 미생물의 증식 및 생존에도 영향을 미칠 뿐 아니라 식품 중에 존재하는 효소의 활성, 비효소 갈변화 반응, 또한 산화속도 등에도 직접적인 영향을 미치므로 수분 활성도는 식품의 저장 안정성을 결정하는데 중요한 요소이다. 대체적으로 이용될 수 있는 수분이 비교적 적어도 잘 성장할 수 있는 곰팡이에 있어서는 성장이 가능한 수분활성도는 0.70 이상 0.95 정도이며, 한 식품의 수분활성도는 그 속에 함유된 용질의 종류와 특히 양에 따라 다를 것이나 동일 종류의 식품에서는 그 조성이 크게 다르지 않는 한 그 수분활성도는 대체로 비슷한 수치를 가질 것으로 생각된다.

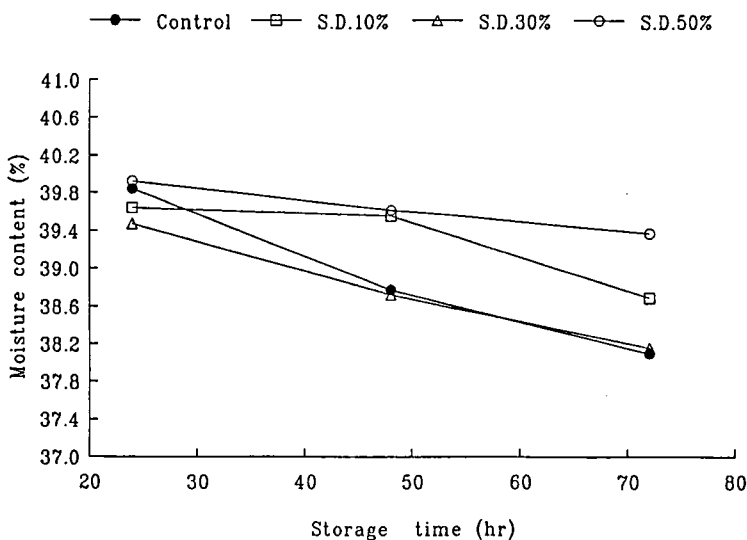


Fig. 3. Moisture content change of bread by the straight dough method during storage at 30°C.

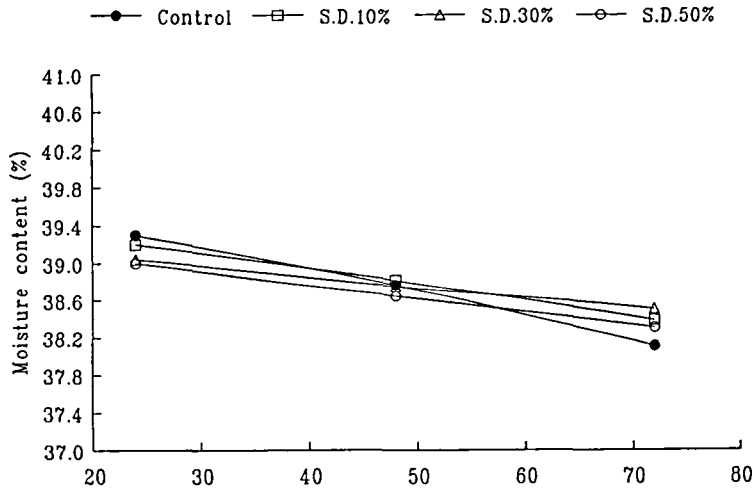


Fig. 4. Moisture content change of bread by the sponge dough method during storage at 30°C.

Table 2. Change in the water activity of the bread

Method	Sourdough (%)			
	Control	10%	30%	50%
Straight dough	0.94	0.94	0.95	0.95
Sponge dough	0.94	0.94	0.95	0.96

다(김, 1983).

한편 일반식빵과 sourdough 식빵과의 수분활성도의 차이에는 일반식빵의 경우 0.94, sourdough 첨가 식빵에서는 0.94에서 0.96으로 약간의 차이는 있으나 대체로 비슷한 수치를 나타내고 있다.

3. pH 측정

pH가 중성영역에 있는 경우에는 노화속도나 노화 정도에는 별 영향을 주지 않으나, 산성일 때에는 전분 분자의 가수 분해가 일어나며 따라서 노화속도는 급속도로 증가하다가 다시 산에 의한 가수 분해가 일어나며 따라서 노화속도는 급속도로 증가하다가 다시 산에 의한 가수 분해에 의해서 노

화된 전분의 양은 서서히 감소하게 된다. 또한 노화속도는 pH 2에서 최대치에 달하였으며 이때의 속도는 pH 6에서의 속도의 대략 4배나 되었다고 한다(김, 1983). 한편 알칼리는 전분의 팽윤, 용해, 호화 등을 촉진시켜 주므로 알칼리의 존재, 또는 pH가 7배나 알칼리성인 용액에서는 노화가 전혀 일어나지 않거나 잘 일어나지 않는다.

식빵에 있어 제품의 pH는 sourdough 첨가량과 straight dough method와 sponge dough method에 따라서 차이가 있다. 즉, 장시간의 발효를 실시하는 sponge dough method의 제품이 sourdough 첨가 %가 증가할수록 pH의 변화가 pH 5.5~4.5로 Straight dough method의 제품 pH 5.4~4.8보다 pH가 낮아지는 경향을 보였다.

4. Hardness 측정

빵을 오랫동안 두면 건조현상 즉 그 속의 성분 중 지방의 산패, 단백질의 변질, 빵조직의 탄력성 상실 등 여러가지 변화가 일어나며 빵의 풍미는 급속도로 저하된다. 30°C저장중 식빵의 저장기간 중 경도를 알아보기 위해 rheometer를 사용하여

측정하였다. 저장 1일 경과에는 전 제품의 차이가 없었으나 3일이 경과되면서 각 제품간에는 차이가 났다. 일반 식빵의 경우 straight dough method와 sponge dough method의 경도가 각각 109, 107이었으나, sourdough 첨가군의 경우는 straight dough method 102에서 105, sponge dough method 98에서 102로 경도가 나타나 저장

기간이 경과할수록 수분함량의 차이 등으로 일반 식빵이 sourdough첨가 식빵에 비해 대체로 단단하게 나타난 것으로 사료된다.

5. 보존기간

보존기간에 따른 제품의 품질 변화를 알아보기

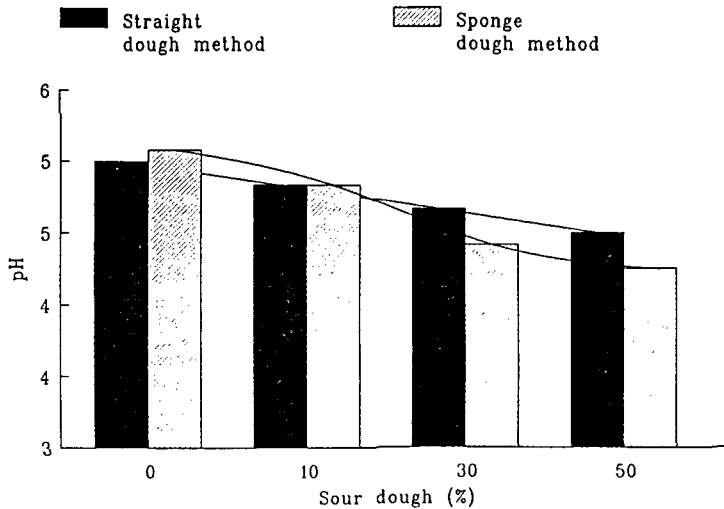


Fig. 5. pH change of the bread at different sour dough.

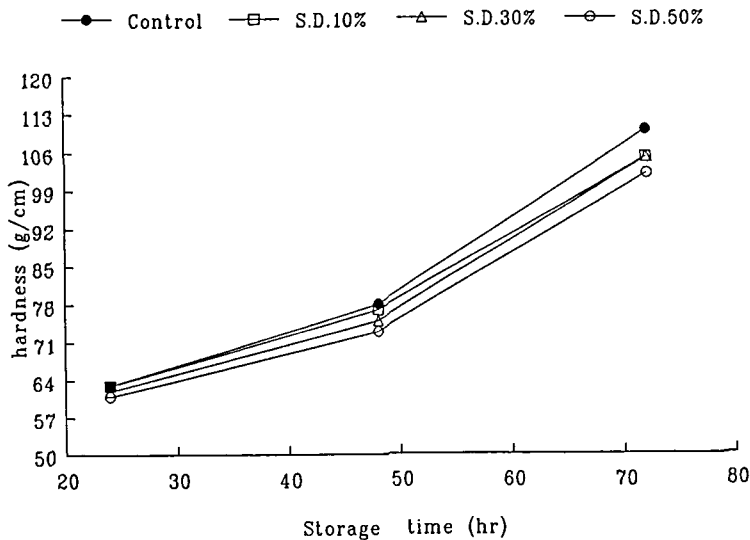


Fig. 6. Change in the hardness of bread by the straight dough method during storage at 30°C.

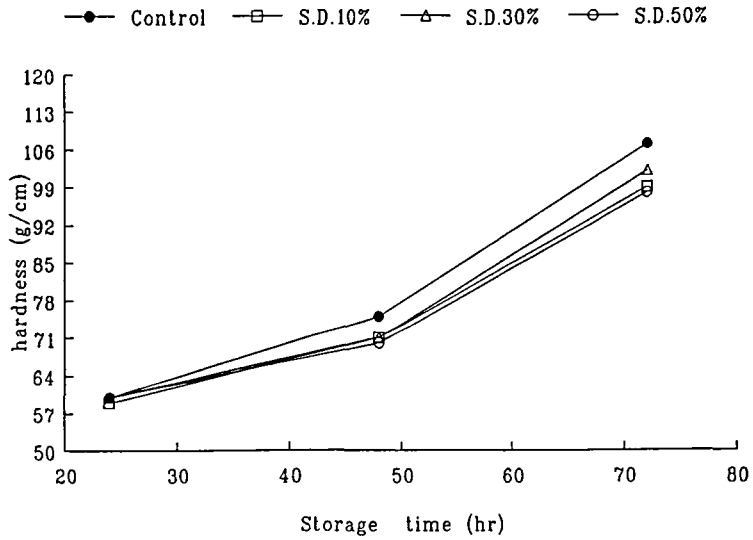


Fig. 7. Change in the hardness of bread by the sponge dough method during storage at 30°C.

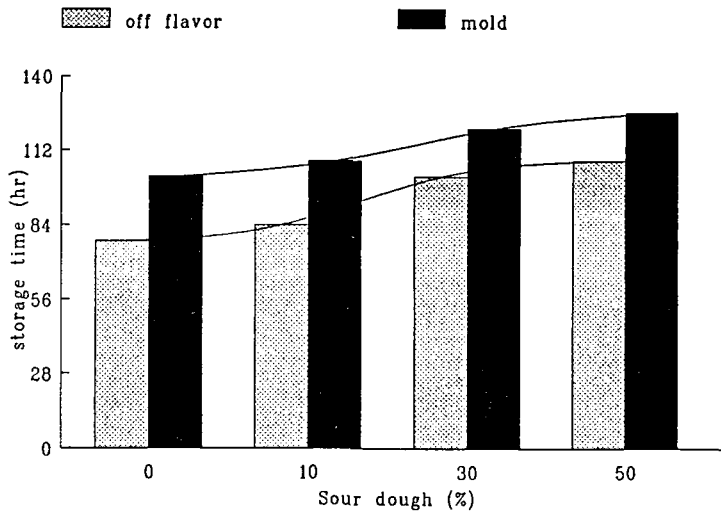


Fig. 8. Change in the quality of bread by the straight dough method during storage at 30°C.

위해 30°C 항온기에 보존실험 결과는 제조후 2일까지는 각 제품에 있어 이취 등의 발생이 없이 별차이가 없어 보였으나 3일을 지나며 각 제품의 품질 변화를 보였다. Straight dough method에 있어 일반 식빵은 3일 6시간에 이취 발생하였고, 4일 6시간에 곰팡이가 형성되었으나, sourdough첨가

식빵에서는 3일 12시간에서 4일 12시간 사이에 이취 발생, 4일 12시간에서 5일 12시간 사이에 곰팡이가 형성되었다. 또한 sponge dough method에 있어서는 일반 식빵의 경우 3일 12시간에 이취 발생하였고, 4일 12시간에 곰팡이가 형성이 되었으나, sourdough 첨가 식빵에서는 4일 6시간에서 5일 6

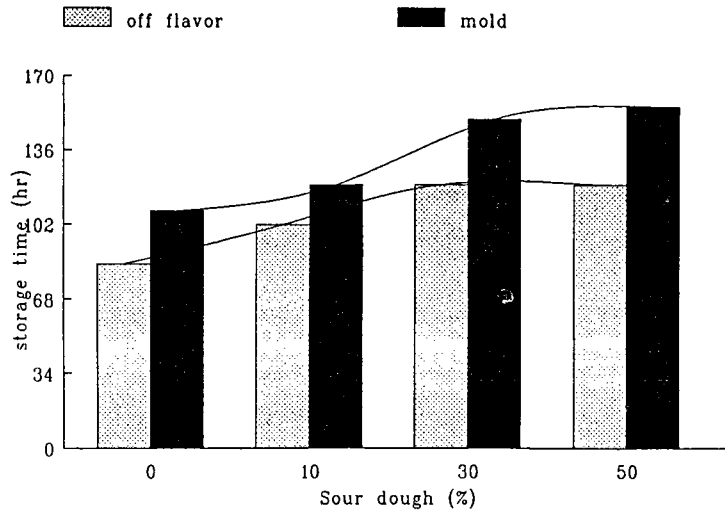


Fig. 9. Change in the quality of bread by the sponge dough method during storage at 30°C.

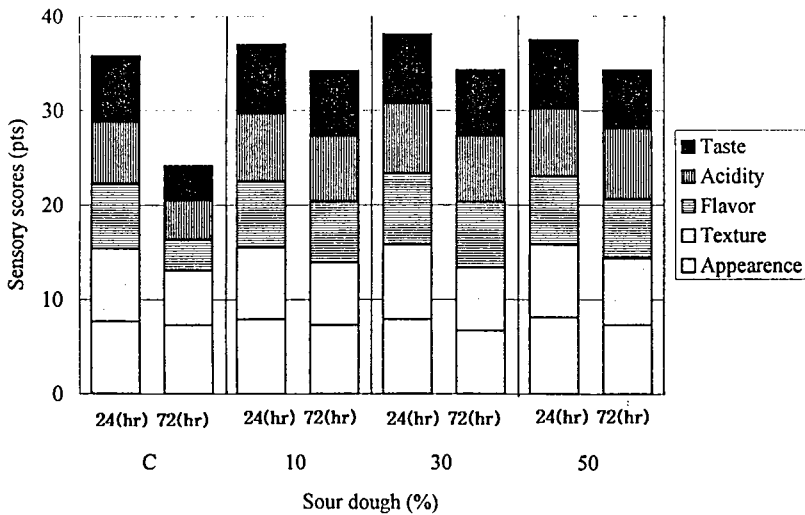


Fig. 10. Sensory evaluation scores of bread by the straight dough method during storage at 30°C.

시간 사이에 이취 발생 5일 6시간에서 6일 12시간 사이에 곰팡이 형성되었다.

즉 sponge dough method가 straight dough method에 비해 이취, 곰팡이 발생이 1일 정도 늦어지며 sourdough % 증가할수록 이취발생, 곰팡이 형성이 1~2일 늦어지는 경향을 나타내고 있

다. 김(1985)에 의하면 대부분의 곰팡이는 pH 2.0~8.5의 넓은 pH 범위에서 생육할 수 있으나 대체로 약산성인 pH 5.0~5.5가 잘 자란다고 하였다. 따라서 sourdough 10% 첨가시 pH 5.0, 30% 첨가시 pH 4.7~5.0, 50% 첨가시 pH 4.5~4.8로 나타나 sourdough 첨가에 의한 pH 저하가 곰팡

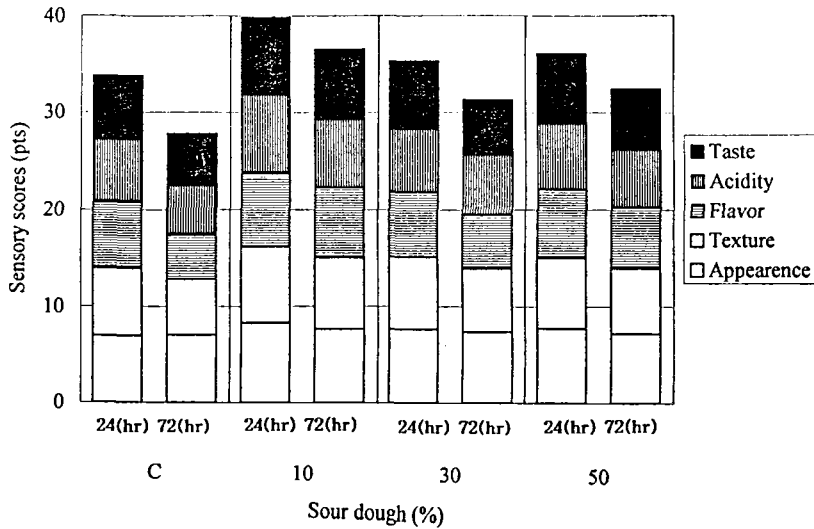


Fig. 11. Sensory evaluation scores of bread by the sponge dough method during storage at 30°C.

이 발생을 지연시키는데 영향을 주었다고 사료된다.

6. Sensory evaluation

본 실험에서 실시한 scoring test를 이용한 관능검사는 최고 10점 최하 1점인 1, 3, 5, 7, 9, 10으로 가장 좋은 것이 가장 높은 점수를 보이도록 하였으며 관능검사 요원은 10명 이었다. 이들에 대해 5 항목에 대하여 검사 자료를 Duncan 검정법으로 통계 처리하였다.

Straight dough method에 있어서 24시간 경과 시에는 각 식빵간에 유의차가 보이지 않았으며 total은 sourdough 30% 첨가 식빵이 가장 높은 35.3을 보였다. 또한 72시간 경과 시에는 일반식빵이 sourdough 첨가군에 비해 flavor, acidity, taste가 급격히 낮아지면서 식빵간 유의차를 보였다. ($p < 0.01$) Sponge dough method에 있어서는 24시간 경과 시에는 각 식빵간에 appearance, acidity, taste가 유의차를 보였다($P < 0.01$).

즉 straight dough method에 있어서는 sourdough 30% 첨가 식빵이 가장 높은 점수를 보였으

Table 3. Sensory evaluation scores of bread by the straight method during storage at 30°C

Characteristics	Groups	Time	
		24	72
Appearance	control	7.7	7.3
	10%	7.9	7.3
	30%	7.9	6.7
	50%	8.1	7.3
Texture	control	7.6	5.7
	10%	7.5	6.5
	30%	7.8	6.6
	50%	7.6	7.0
Flavor	control	7.0	3.3a
	10%	7.1	6.6b
	30%	7.6	7.0b
	50%	7.3	6.3b
Acidity	control	6.5	4.2a
	10%	7.2	6.9b
	30%	7.4	7.0b
	50%	7.2	7.5b
Taste	control	7.0	3.7a
	10%	7.3	6.9b
	30%	7.4	7.0b
	50%	7.3	6.2b

* Means not followed by the same letter in the same row differ significantly from one another ($P < 0.01$).

Table 4. Sensory evaluation scores of bread by the sponge method during storage at 30°C

Characteristics	Groups	Time	
		24	72
Appearance	control	6.9a	7.0
	10%	8.3b	7.7
	30%	7.7ab	7.4
	50%	7.8ab	7.2
Texture	control	7.0	5.8a
	10%	7.8	7.3b
	30%	7.4	6.5ab
	50%	7.2	6.7ab
Flavor	control	7.0	4.7a
	10%	7.7	7.3c
	30%	6.7	5.6ab
	50%	7.1	6.3bc
Acidity	control	6.3a	5.0a
	10%	8.0b	7.0b
	30%	6.5ab	6.1ab
	50%	6.8ab	6.0ab
Taste	control	6.6a	5.3a
	10%	8.0	7.3b
	30%	7.0ab	5.7ab
	50%	7.3ab	6.3ab

* Means not followed by the same letter in the same row differ significantly from one another ($P < 0.01$).

며, sponge dough method에 있어서는 sourdough 10% 첨가 식빵이 가장 높은 점수를 보여 sourdough 첨가 %와 method에 따라 Score 차이를 보였다.

IV. 적 요

식빵 제조에 있어 유산균을 첨가하여 산생성을 촉진시켜 pH가 저하되고 빵의 보존기간을 연장시키며 독특한 풍미를 갖게 하는 등 그 품질과 보존성에 관한 기초적 자료를 마련하고자 수분함량,

수분활성, 제품의 pH, Hardness 측정, 보존기간 및 관능검사로 빵의 품질 특성을 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수분함량의 감소는 저장기간에 따라 일반 식빵이 sourdough를 10, 30, 50% 첨가한 식빵보다 빨랐다.
2. 수분활성도는 일반 식빵의 경우 0.94, sourdough 첨가 식빵은 0.94에서 0.96으로 약간의 차이는 있으나 대체로 비슷한 수치를 나타내었다.
3. 제품의 pH는 sourdough 첨가량과 straight dough method와 sponge dough method에 따라서 차이가 있었다. 즉 장시간의 발효를 실시한 sponge dough method 식빵이 sourdough 첨가 %가 증가할수록 pH의 변화가 pH 5.5~4.5로 straight dough method의 식빵 pH 5.4~4.8보다 낮아지는 경향을 보였다.
4. Hardness 측정시 저장기간이 경과할수록 일반 식빵이 sourdough 첨가 식빵에 비해 대체로 단단하였다.
5. Sponge dough method가 straight dough method에 비해 이취, 곰팡이 발생이 30°C에서 1일 정도 늦어지며 sourdough % 증가할수록 이취, 곰팡이 발생이 1~2일 늦어지는 경향을 나타내었다.
6. 관능검사 결과 sourdough 첨가 식빵이 일반 식빵 보다 높게 평가되었다.
7. 관능검사 결과 straight dough method에 있어서는 sourdough 30% 첨가 식빵이 가장 기호에 맞는 것으로 평가되었으며, sponge dough method에 있어서는 sourdough 10% 첨가 식빵이 가장 기호에 맞는 것으로 평가되어 sourdough 첨가 %와 method에 따라 score 차이를 보였다.

V. 인용문헌

1. Bloksma, A.H. 1990. Dough Structure, Dough Rheology, and Baking Quality. Cereal Foods world. 35(2):237-242.

2. Brummer, J.M. 1991. Modern Equipment for sourdough Production. *Cereal foods world*. 36(3):305-307.
3. Brummer, J.M. and K. Lorenz. 1991. European Developments in Wheat Sourdough *Cereal Foods world*. 36(3):310-314.
4. Gaines, C.S., 1991. Instrumental measurement of the hardness of cookies and crackers. *Cereal Foods world*. 36(12):989.
5. Hearne, J.F. 1964. Long-Term storage of foods. *Food technology*. 18, 318.
6. Hong, S.H. and C.H. Lee. 1988. Measurement of viscoelastic Properties of heat denatured gluten network. *Korean J. Food Sci., Technol* 20(2):148-156.
7. He, H and R.C. Hosney. 1991. Differences in Gas retention, Protein solubility, and Rheological Properties between Flours of Different Baking Quality, *Cereal Chem.*, 68(5):527.
8. He, H and R.C. Hosney. 1990. Changes in Bread firmness and moisture during long-term storage. *Cereal Chem.*, 67(6):603-605.
9. H.W.van Dam and J.D. Hille. 1992. Yeast and enzymes in Breadmaking. *Cereal Foods world*. 37(3):245-250.
10. Kevin L. Mackdey and Robert Y. Ofoli. 1990. Rheology of Low-to Intermediate-Moisture Whole wheat flour doughs. *Cereal Chem.*, 67(3):222.
11. Lang, K.W. and M.P. Steninberg. 1981. Linearization of the water sorption isotherm for homogeneous ingredients over aw 0.30-0.95 *J.Food Sci.*, 46(13):1450-1452.
12. Pyler, E.J. 1988. *Baking Science & technology*.
13. Seibel, W and J.-M. Brummer. 1991. The sourdough Process for Bread in Germany. *Cereal foods world*. 36 (3):299-302.
14. 김동훈. 1983. *식품화학*. 탐구당.
15. 김찬조, 장지현, 1985. *신고 식품미생물학*.
16. 장건형. 1987. *식품의 기호성과 관능 검사*. 개문사.
17. Shiiba, K., Y. Negishi, K. Okada, and S. Nagao. 1990. Chemical Changes During Sponging-dough Fermentation. *Cereal Chem.*, 67 (4):351.
18. Schoch, T.J. and D. French. 1947. Studies on bread stalling.1.The Role of starch *Cereal Chem.* 24(4):231-248.