

김치숙성 관련 젖산균이 식빵의 품질에 미치는 영향

이예경 · 박인경 · 김순동
대구가톨릭대학교 식품공학과

Effect of Lactic Acid Bacteria Related to Kimchi Fermentation on the Quality of Bread

Ye-Kyung Lee, In-Kyung Park and Soon-Dong Kim
Dept. of Food Sci. and Technol., Catholic University of Daegu, Kyungsan, 712-702, Korea

Abstract

The effects of lactic acid bacteria from kimchi fermentation, specifically *Lactobacillus plantarum* (LP) and *Leuconostoc mesenteroides* (LM) on the quality of the bread product was investigated. The two types of bacteria were cultivated in the sterilized radish juice used for kimchi fermentation. The concentration of bacteria was measured at $3.0 \times 10^9 \sim 3.3 \times 10^9$ /mL. The bacteria were added at the ratios of 5% and 10% to a mixture with wheat flour before subsequent dough fermentation. An LM+LP treatment to the mixture was also made at 5% of LP and 5% of LM. The measured pH in the dough with LM+LP was the lowest among all of treatments. The products of 5% LM treatment showed the shortest fermentation time. Loaf production by volume was the highest from the 10% LM treatment. The % of moisture loss of the bread during the shelf-storage was less when treated with lactic acid bacteria than when left untreated. The least moisture loss was observed when the bread was treated with the LM+LP mixture. Hardness of the bread also decreased with the presence of lactic acid bacteria. The order of hardness was: control > 5% LP > LM+LP > 5% LM > 10% LM > 10% LP. Staling degree of the bread when treated with lactic acid bacteria was lower than that of the control. The least staling occurred when treated with LM 10% and LP 10%.

Key words: dough fermentation, bread, *Lactobacillus plantarum* (LP), *Leuconostoc mesenteroides* (LM).

I. 서 론

빵은 향미, 맛, 조직감, 부피 등이 품질평가의 주

요 요소로서 이들의 향상과 개선을 위한 많은 연구가 진행되어 왔다¹⁾. 특히, 효모는 이들 대부분의 품질요소에 영향을 미쳐 그 특성이 빵의 풍미를 결정하는 주요 요소로 인정되고 있다²⁾. 효모는 반죽의

본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 일부 지원에 의한 것입니다.

발효에 있어서 부풀림과 숙성을 촉진하며, 빵의 향미 성분인 알코올, 알데히드, 케톤 및 유기산 등을 생성하는 작용을 할뿐만 아니라 망상조직을 형성케 한다^{3, 11}. 제빵용 효모에는 효모 이외에도 젖산균이 혼합되어 있으며, 이 혼합된 젖산균이 제빵성 향상에 관여한다는 연구가 이루어지고 있다¹¹. 또, Sugihara와 Kline²¹ 및 Martinez-amaya 등⁵은 효모와 젖산균을 혼합한 배양액을 반죽에 첨가함으로써 효모를 단독으로 사용한 경우보다 향미는 물론 부피증대 및 신선도면에서 우수하다는 결과를 보고하였다. 이들은 젖산균이 반죽의 발효시에 유기산을 생성하여 pH를 저하시킴으로서 글루텐의 팽윤을 도와 기계적 내성 증진과 가스 보유력을 높이며 전분의 노화를 막고 조직감의 향상과 부피를 증대시킨다고 설명하였다. 또한, 젖산균이 생성하는 단백질 분해효소의 작용에 의하여 아미노산 함량을 증대시키며, 생성되는 젖산과 초산은 빵의 풍미와 저장성을 향상시키는 것으로 알려져 있다^{3, 6, 7}. 김치는 젖산균 비율이 80~90%로 높은 우리나라 전통의 젖산발효식품으로 젖산과 초산 등의 유기산이 함유되어 있을 뿐만 아니라 이산화탄소와 수소 등의 가스를 생성하는 다양한 젖산균류가 살아있는 젖산발효 식품이다⁸⁻¹⁰. 전보¹¹에서는 김치의 첨가율이 증가할수록 반죽의 pH가 낮아졌으며, 효모의 생육이 촉진되었고 발효시간이 단축되었다. 또, 김치를 첨가한 빵은 무첨가에 비하여 부피가 증대되었으며, 종합적인 기호도도 향상되었다.

본 연구에서는 김치를 첨가한 식빵의 제조시 젖산균의 영향을 조사하기 위하여 김치숙성에 관여하는 주요 젖산균인 *Lactobacillus plantarum*과 *Leuconostoc mesenteroides*가 식빵의 품질과 저장성에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

제빵용 재료는 소맥분(강력분 코끼리표, 대한제분), 생이스트(제니코식품), 소금(천일염), 설탕(삼양사 정백당), 쇼트닝(삼립웰가), 개량제는 S-500(Puratos Co., Belgium)을 사용하였다. 젖산균 배양

용 무(백옥)는 개체당 중량이 1 kg 내외의 것을 사용하였다.

2. 젖산균 첨가빵의 제조

제빵용 반죽은 Table 1의 배합비로 직접반죽법¹²으로 행하였다. 젖산균은 발효시킨 무즙에서 분리한 *L. plantarum*과 *Leu. mesenteroides*⁹를 MRS(Difco) 배지에서 활성화시킨 후 무즙배지⁹에 이식하여 30°C에서 3일간 배양하였다. 다음에 pH 4.3, 균수를 $3.0 \times 10^9 \sim 3.3 \times 10^9$ /mL로 조정하여 사용하였다. 무즙배지는 껍질을 제거한 무를 파쇄하여 즙액을 얻고, 120°C에서 15분간 살균하여 사용하였다. 혼합된 재료는 반죽기(우성공업사, 서울)에 넣어 반죽온도를 28°C로 조정하면서 14분간 반죽하였다. 1차발효는 28°C, 습도 75%에서 58분간 발효시켰다. 다음에 176 g씩 분할, 등글리기를 한 후 25분간 중간발효를 행하였으며, 밀대를 사용하여 가스빼기와 성형을 한 후 빵틀에 3개씩 넣어 36°C, 습도 85%로 50분간 2차 발효시켰다. 굽기는 180°C/170°C에서 35분간 구운 후 35°C까지 냉각하였다.

Table 1. Compositions of materials for bread fermented by lactic acid bacteria (g)

Ingredients	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾	V ⁵⁾	VI ⁶⁾
Wheat flour	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Water	756	696	636	696	636	636
Yeast	24	24	24	24	24	24
Salt	24	24	24	24	24	24
Sugar	72	72	72	72	72	72
Shortening	48	48	48	48	48	48
milk powder	36	36	36	36	36	36
Improvement agent	24	24	24	24	24	24
FRJ-LM ⁷⁾	0	60	120	0	0	60
FRJ-LP ⁸⁾	0	0	0	60	120	60

¹⁻⁶⁾Symbols and ⁷⁻⁸⁾abbreviations : I, control; II, bread with 5% of radish juice fermented by *Leu. mesenteroides*; III, bread with 10% of radish juice fermented by *Leu. mesenteroides*; IV, bread with 5% of radish juice fermented by *L. plantarum*; V, bread with 10% of radish juice fermented by *L. plantarum*; VI, bread with 5% of radish juice fermented by *Leu. mesenteroides* and 5% of radish juice fermented by *L. plantarum*; FRJ-LM, fermented radish juice by *Leu. mesenteroides*; FRJ-LP, fermented radish juice by *L. plantarum*.

3. pH 및 산도

AACC 법¹³⁾에 따라 반죽 15g에 증류수를 가하여 100mL로 채운 후 30mL를 취하여 pH는 pH meter (Metrohm 632, Switzerland)로 산도는 pH 8.1에 도달될 때까지의 0.1 N-NaOH 소비 mL수를 측정하여 lactic acid %를 구하였다.

4. 발효시간

100mL 매스실린더에 반죽 20g을 넣어 28°C의 발효실에서 기준부피 63mL¹¹⁾에 도달될 때까지 소요되는 시간을 측정하였다.

5. Loaf volume index

Funk 등¹⁴⁾의 방법에 따라 빵 한 덩어리를 잘라낸 다음 세로로 절단한 절단면의 높이, 중심점에서 바닥까지의 길이, 중심점에서 윗면까지의 길이, 중심점으로부터 좌측면까지의 길이 및 중심점에서 우측면까지의 길이를 각각 측정한 합계치를 5로 나눈 값으로 하였다.

6. 관능검사

빵의 관능검사는 훈련된 10명의 관능요원에 의하여 빵의 형태, 조직감, 냄새 및 종합적인 맛에 대해서 5점 척도법¹⁵⁾으로 매우 좋다(5점), 보통이다(3점), 아주 나쁘다(1점)로 평가하였다.

7. 수분함량

구워낸 빵은 폴리에틸렌 필름으로 포장하여 평균 온도 25°C의 실내에서 저장하면서 halogen moisture analyzer meter(HG 53 Mettler Toledo, Switzerland)를 사용하여 수분함량을 측정하였다.

8. 텍스처

Rheometer(RE-3305 Yamaden, mode 21, Japan)을 사용하여 mastication test를 행하여 hardness, gumminess, strength, cohesiveness, springiness 및 brittleness를 측정하였으며, 측정조건은 road cell 10 kg, speed 60mm/min, 시료높이 20mm, 깊이 10mm, probe, No. 14로 하였다.

9. 노화도

빵의 노화도는 시차주사열량기(DSC V4 OB Dupont 2100, USA)를 사용하여 분석하였다. 즉, polyethylene 필름으로 포장하여 20°C에서 4일간 저장한 빵의 속살을 동결건조시킨 후 60 mesh로 분쇄한 시료에 2배량의 증류수를 가하여 현탁시켰다. 이 현탁액 10mg을 알루미늄용기에 취하여 장치에 loading한 후 분당 10°C의 승온속도로 30°C로부터 100°C까지 가열하여 흡열피크를 얻었다. 이 흡열 피크로부터 호화개시온도(To), 호화정점온도(Tp), 종료온도(Tc) 및 호화엔탈피(ΔH)를 구하였다.

10. 통계처리

모든 실험은 실험일자를 달리하여 2반복으로 행하였으며, SAS package program¹⁶⁾을 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 특성과 빵의 품질

1) pH 및 산도

김치숙성에 관여하는 주요 젖산균인 *L. plantarum*(LP)과 *Leu. mesenteroides*(LM)가 빵반죽의 pH와 산도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각각의 젖산균을 살균한 무즙에 번식시켜 5~10% 범위로 단독 또는 혼합하여 첨가하였다. 그 결과 Fig. 1과 같이 반죽의 pH는 대조구(I) 5.42에 비해 젖산균을 첨가한 반죽(II~VI)은 5.34~5.14으로 낮았으며 I > II > III > IV > V > VI 순서로 *Leu. mesenteroides*보다 *L. plantarum*을 첨가한 경우에 pH가 낮은 경향을 나타내었다. 또, 첨가량이 높아짐에 따라 pH가 낮아졌으며 특히 혼합구에서 pH가 가장 낮았다. 이러한 결과는 *Leu. mesenteroides*는 hetero 발효 젖산균으로 homo 젖산균으로 알려진 *L. plantarum*보다 젖산의 생성량이 낮은 때문이라 판단된다⁹⁾. 또, *L. plantarum*을 단독으로 사용한것에 비하여 두균을 혼합하였을 때 더욱 낮은 pH를 나타낸 것은 김

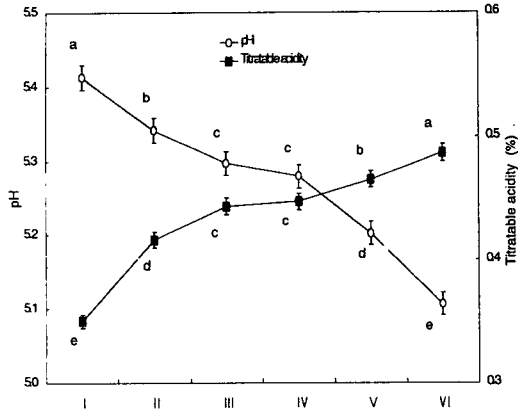


Fig. 1. Effect of lactic acid bacteria on pH and titratable acidity of 2nd fermented dough. Values are the mean±SD of triplicates experiments. Symbols are the same as Table 1. Different letters(a-d) above the bars in the figure indicates significant differences at p<0.05.

지속성의 경우와 마찬가지로 발효초기에 *Leu. mesenteroides*가 더욱 활발하게 작용하여 *L. plantarum*의 작용환경을 조성한 때문이라 사료된다¹⁷⁾. 산도도 대조구(I)에서는 0.35%, 젖산균 첨가구(II~VI)에서는 0.42~0.48%로 젖산균을 첨가한 반죽에서 높았다. 젖산균 첨가군 가운데서는 LP를 10% 첨가한 V와 LM 5%와 LP 5%를 혼합하여 첨가한 VI에서 높았다.

2) 발효시간

김치숙성 관련 주요 젖산균의 무즙배양액을 첨가한 반죽의 1, 2차 발효시간은 Fig. 2와 같다. 1차 발효시간의 경우 대조군(I)은 61.2분, LP 5%(II), LP 10%(III), LM 5%(IV), LM 10%(V) 및 LP, LM각 5% 혼합구(VI)는 각각 49.4, 53.0, 51.3, 57.7 및 58.6 분으로 대조군에 비해 짧았다. 2차 발효시간은 대조구 52.6분, II, III, IV, V 및 VI에서 각각 42.3, 44.8, 43.7, 43.8 및 60.5분으로 VI구를 제외하고는 대조구에 비하여 짧아서 전체 발효시간이 7.8~22.1분 정도 단축되었다. 예로부터 젖산균은 빵의 풍미개선을 위하여 많이 사용되고 있는데 젖산균을 사용함으로써 글루텐의 구조를 연하게 하여 신전성과 탄력성이 높

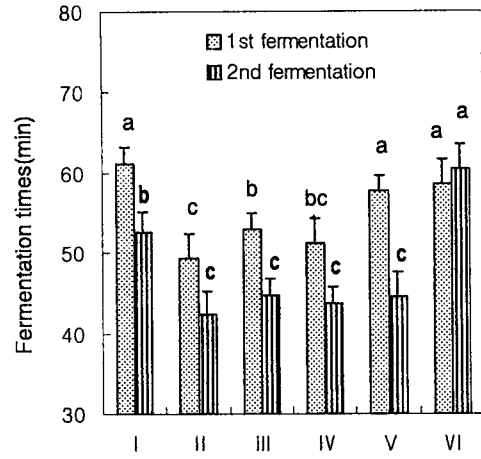


Fig. 2. Effect of lactic acid bacteria on the fermentation time of dough. Values are the means±SD of triplicates experiments. Symbols are the same as described in Table 2. Different letters(a-d) above the bars in the figure indicates significant differences at p<0.05. Fermentation time was expressed as the time until reaching 63 mL from 20g of dough in 100 mL mass cylinder.

아지고 효모의 생육이 활성화됨으로서 발효시간이 단축되는 것으로 판단된다¹⁸⁾. 그러나 LM과 LP의 혼합처리구에서는 발효시간이 대조구보다도 오히려 길었으며 또한 반죽이 질었다. 이러한 현상은 아마도 Fig. 1의 pH와 산도의 결과에서 보는 바와 같이 낮은 pH로 인하여 반죽의 수화력에 영향을 미친 것으로 생각된다.

3) Loaf volume

젖산균 배양액을 첨가하여 구워낸 빵의 loaf volume index를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 대조구(I)와 LM(II, III) 및 LP(IV, V)를 첨가한 I~V 및 혼합처리구(VI)의 loaf volume index는 각각 13.0, 13.6, 14.3, 13.8, 13.2 및 14.4로 젖산균 첨가군이 무첨가구에 비하여 높았다. Muromachi¹⁸⁾는 젖산균 중에서도 헤테로형은 젖산과 함께 초산, 에탄올 및 탄산가스를 동시에 생성함으로써 빵의 loaf volume 증대에 관여함은 물론 풍미개선에 역할을 할 수 있다고 하였다.

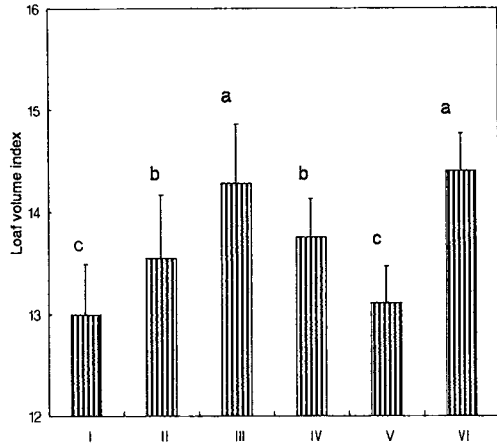


Fig. 3. Effect of lactic acid bacteria on the loaf volume index of the bread. Values are the mean±SD of triplicates experiments. Symbols are the same as described in Table 1. Different letters(a-c) above the bars in the figure indicates significant differences at $p < 0.05$.

4) 관능검사

김치숙성관련 젖산균이 식빵의 관능적 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 빵의 외관적 형태는 젖산균 첨가군이 대조구에 비하여 전반적으로 부피가 컸다. 그러나 LP+LM 처리구는 oven spring이 과도하였으며 그 결과 내려앉는 현상이 나타났는데 이러한 현상은 반죽이 질고 수분함량이 높아 부피증대에 비하여 조직이 연한 때문에 일어나는 현상이라 생각된다. 빵 조직은 무처리에서는 불규칙적이나 둥근 형태의 기공이 많이 관찰되는 반면 젖산균 처리군에서는 규칙적이고 촘촘한 타원형의 기

Table 2. Changes in texture of the bread stored for 72 hours

Attributes	I	II	III	IV	V	VI
Shape of bread	3.8 ^b	4.5 ^a	4.6 ^a	4.2 ^a	4.3 ^a	3.6 ^b
Texture	2.8 ^c	3.2 ^b	3.7 ^a	3.4 ^{ab}	3.5 ^a	3.6 ^a
Flavor	2.8 ^c	3.6 ^{ab}	3.8 ^a	3.3 ^b	3.3 ^b	3.9 ^a
Overall taste	3.0 ^c	3.7 ^a	3.6 ^a	3.4 ^b	3.5 ^{ab}	3.8 ^a

Symbols are the same as described in Table 1. Values are mean of triplicates and different letters(a-d) in the row indicates significant differences at $p < 0.05$.

공이 발달하였다. 향미는 대조구에서는 효모취가 감지되었으나 젖산균 첨가군에서는 이러한 냄새가 없었으며 특히 젖산균 혼합처리구의 향미가 좋은 것으로 평가되었다. 종합적인 맛에서도 젖산균 처리구가 무처리에 비하여 높은 점수를 얻었으며 특히 혼합처리구(VI)에서 높은 값을 나타내어 빵이 내려앉는 현상에 대한 개선 연구가 요망된다.

2. 저장중의 품질변화

1) 수분함량

빵의 저장중의 수분함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 대조군의 경우 실온 방치 12시간이 경과되었을 때 40.56% 이었으며, 젖산균 첨가군의 경우는 40.59~41.08%로 수분함량이 높았다. 실온방치 60시간이 경과되었을 때에는 대조군이 38.74%, 젖산균 첨가군이 39.33~40.99%로서 젖산균 첨가군이 수분 함량이 높은 것으로 나타났고 특히 LM 5% + LP5% 첨가군은 60시간이 경과된 때에도 40.12%로 수분함량이 가장 높았다. 젖산균 첨가 빵에서 수분의 손실율이 낮은 것은 수분의 존재형태와 관련¹⁹⁾이 있는 것으로 유기산류를 비롯하여 수분과 결합 가능한 관능기를 가진 성분들이 젖산균을 첨가한 빵에서 더욱 많이 존재하는 때문이라 판단된다.

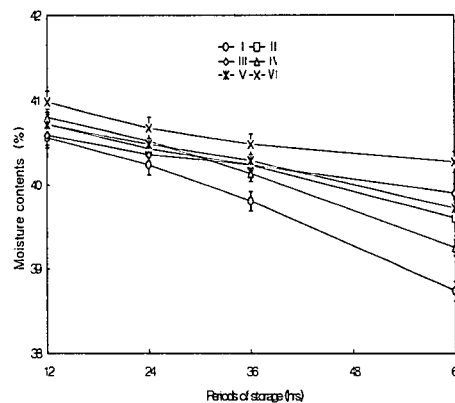


Fig. 4. Changes in moisture contents of the bread fermented by lactic acid bacteria during storage. Symbols are the same as described in Table 1. Values are means±SD of triplicates.

Table 3. Changes in texture of the bread stored for 72 hours

Attributes	I	II	III	IV	V	VI
Hardness($\times 10^6$ dyne/cm ²)	0.46 ^a	0.30 ^c	0.27 ^c	0.36 ^b	0.26 ^c	0.35 ^b
Gumminess(g)	51.0 ^d	66.5 ^b	66.6 ^b	61.1 ^c	70.8 ^a	63.1 ^{bc}
Strength($\times 10^6$ dyne/cm ²)	0.12 ^a	0.08 ^{bc}	0.07 ^c	0.09 ^b	0.07 ^c	0.09 ^b
Cohesiveness(%)	74.8 ^b	69.3 ^c	75.7 ^b	74.8 ^b	79.7 ^a	68.9 ^c
Springiness(g)	79.4 ^c	87.8 ^b	90.3 ^a	86.3 ^b	87.5 ^b	87.3 ^b
Brittleness(g)	96.5 ^a	52.8 ^d	60.2 ^c	74.2 ^b	59.2 ^c	66.1 ^c

Symbols are the same as described in Table 1. Values are mean of triplicates and different letters(a-d) in the row indicates significant differences at $p < 0.05$.

2) 텍스처

실온(20°C)에서 3일간 보관한 빵의 텍스처를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. Hardness는 대조군이 0.46×10^6 dyne/cm²인데 비하여 젖산균 첨가군은 $0.26 \sim 0.36 \times 10^6$ dyne/cm²으로 젖산균 첨가군에서 더욱 부드러웠으며 특히, LP 10% 첨가군에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 젖산균 혼합처리구(VI)는 젖산균 처리구 중에서 가장 높은 hardness값을 나타내었는데 이는 혼합처리구에서 oven spring이 심하게 일어난 현상과는 상반되는 결과로서 이 처리구는 구워낸 후 30분 이내에 내려앉아 조직이 다져진 때문이라 판단된다. Gumminess는 대조군이 51.0g 젖산균 첨가군이 61.1~70.8g 이었으며 LP 10% 첨가군에서 가장 높았다. Springiness도 대조군에 비해 젖산균 첨가군이 높게 나타났는데 이러한 현상들은 젖산균 첨가군이 대조군에 비해서 글루텐이 잘 발달된 때문^{3, 6)}으로 여겨진다. Brittleness는 대조군이 젖산균 첨가군에 비해서 높아 hardness의 결과와 일치하는 것으로 생각된다. 따라서 상기의 결과는 젖산균이 빵의 물성을 개선할 수 있다는 Muromachi¹⁸⁾의 설명과 일치한다.

3) 노화도

시차주사열량기(DSC)를 사용하여 측정한 빵 속살의 thermogram으로부터 구한 호화개시온도, 종료온도 및 엔탈피는 Table 4와 같다. 20°C에 4일간 저장한 빵의 용융피크는 흡열반응을 보였으며 호화온도의 범위는 대조구(I)에서는 45.01~78.00°C이었으나 젖산균을 첨가한 경우(II~VI)는 젖산균의 종류에

Table 4. DSC characteristics of the bread stored for 4 days at 20°C

Breads	To(°C)	Tp(°C)	Tc(°C)	ΔH(J/g)
I	45.01	55.33	78.00	2.51
II	45.59	53.73	62.09	0.87
III	46.23	53.75	63.01	0.61
IV	45.59	53.74	61.25	0.87
V	46.23	53.53	63.18	0.61
VI	45.59	53.77	63.53	0.77

Symbols are the same as described in Table 1. To: onset temperature, Tp: peak temperature, Tc: conclusion temperature, ΔH: enthalpy.

따른 뚜렷한 차이 없이 45.59~63.53°C 범위였다. 또, 대조구 빵의 엔탈피는 2.51 J/g이었으나, *Leu. mesenteroides* 5% 첨가군은 0.87 J/g, 10% 첨가군은 0.61 J/g을 나타내어 전분의 노화가 대조군에 비해 지연됨을 나타내었다. 빵의 호화 엔탈피는 수분함량, 가열속도, 아밀로오스 함량 및 전분입자의 결정성 등 여러 가지요인에 의해 영향을 받는다고 알려져 있으며¹⁾ sour dough에서도 동일한 경향이 보고^{2, 5)}되어 있다.

IV. 요약

김치숙성관련 젖산균이 반죽의 발효와 빵의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 젖산균, *Lactobacillus plantarum*(LP), *Leuconostoc mesenteroides*(LM)은 살균 무즙에 배양하여 각각 또는 혼합하여 밀가루량에 대하여 5% 및 10% 씩 첨가하였으며 혼합 처리구는 LP 5%와 LM 5%를 혼합하였다. 반죽의 pH는

LP+LM 첨가구에서 가장 낮았다. LM 5% 첨가구는 발효시간이 가장 짧았으며, loaf volume은 LM 10% 첨가구가 가장 컸다. 빵의 저장중 수분 손실율은 전반적으로 젖산균 첨가구가 대조구보다 낮았으며, LP+LM 혼합 첨가구에서 가장 낮았다. 빵의 경도는 젖산균 첨가군에서 전반적으로 낮았으며 LP 10% < LM 10% < LM 5% < LM+LP < LP 5% < 대조구 순서였다. 빵의 노화도는 젖산균 첨가군이 대조구보다 낮았으며 LM 10%와 LP 10%에서 가장 낮았다.

V. 문 헌

1. Cho, N. J., Kim, H. I. and Kim, S. K.: Effects of flour brew with *Bifidobacterium bifidum* as a natural bread improver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28: 1275-1282, 1999.
2. Sugihara, T. F. and Kline, L.: Microorganisms of the Sanfrancisco sour dough process 1. A yeast responsible for the leavening action. *Appl. Microbiol.*, 21: 456-458, 1971.
3. Galal, A. M., Johnson, J. A. and Varriano, M. E.: Lactic acid volatile(C₂-C₅) organic acids of Sanfrancisco sourdough french bread. *Cereal Chem.*, 55: 461-468, 1977.
4. Pylar, E. J.: Yeast, molds and bacteria. *Baking Science and Technology* 3rd ed., Sosland Pub. Co, Merriam, Kansas, pp.182-227, 1988.
5. Martinez-amaya, P. B., Bayarri, P. and Benedito de B. C.: Microflora of the sour doughs of wheat flour bread. X. Interactives between yeast and lactic acid bacteria in wheat doughs and their effects on bread quality. *Cereal Chem.*, 67: 85-91, 1990.
6. Kanabe, M.: Physiological activities of extracellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria. *Japanese J. Dairy and Food Sci.*, 30: 219-225, 1981.
7. Shahani, K. M.: The anti-neoplasm effects of *Lactobacilli*. *Korean Public Health Association the 3rd International Symposium*, 1983.
8. Kim, S. D. and Kim, M. K.: Science of kimchi. Press of Catholic University of Daegu, Kyung-san, pp.68-73, 1999.
9. Kim, S. D., Kim, M. K. and Ku, Y. S.: Effect of different salt concentration and temperatures on the lactic acid fermentation of radish juice. *J. Food Sci. Nutr.*, 4:236-240, 1999.
10. Kim, S. D., Hawer, W. D. and Jang, M. S.: Effect of fermentation on the free sugar, organic acid and volatile compounds of Kakdugi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 16-23, 1998.
11. Park, I. K., Kim, M. K. and Kim, S. D.: Studies on preparation and quality of kimchi-bread. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 10: 229-238, 2000.
12. Finny, K. F.: An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem.*, 61: 20-27, 1984.
13. AACC: Approved method 22-14 of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, 1983.
14. Funk, K., Zabik, M. E. and Elgedaily, D. A.: Objective measure for baked products. *J. Home Econom.*, 61: 117-121, 1969.
15. Herbert, A. and Juel, L. S.: Sensory evaluation practices, 2nd ed., Academic Press, pp.66-94, 1993.
16. SAS: SAS/STAT guide for personal computers. version 6th ed., SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, pp.60-75, 1987.
17. Kim, S. D. and Lee, S. H.: Effect of sodium malate buffer as pH adjuster on the fermentation of kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 17(4): 358-364, 1988.
18. Muromachi, H.: Features food additives and ingredients of bread and noodles modification of bread flour by lactic acid bacteria. *Monthly Food Chemical*, 17(10): 48-53, 1999.
19. Kim, K. S., Kim, S. D., Shin, S. Y. and Yoon, K.S.: Food Chemistry. Suhaksa, Seoul, pp. 17-34, 2000.