

빵의 품질에 미치는 유산균의 영향

장준형 · 안재범

(주)샤니 식품기술연구소

Effect of Lactic Acid Bacteria on the Qualities of White Pan Bread

Jun-Hyong Chang and Jae-Bum Ann

R & D Center, Shany Co., LTD., Sangdaewon-dong 305, Chungwon-gu, Sungnam-shi, Kyunggi-do 462-120, Korea

Abstract

The effects of sour liquid ferments with lactic acid bacteria on the baking properties and qualities of White Pan Bread were studied. The mixed culture of *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus plantarum* had higher acid equivalents and lower pH-values than single or mixed culture of other lactic acid bacteria which had been used for traditional sour dough bread. Optimum conditions of the incubation of lactic acid bacteria, which are incubation temperature, time and culture medium compositions for lactic fermentation, were also investigated to find out optimum activity for good bread making. The mixed culture of *L. brevis* and *L. plantarum* incubated for 24 hours at 30°C had the most optimum acitivity for bread manufacturing process and the qualities of the products. The addition of sour liquid ferments to the sponge dough effected on fermentation activity of the sponge dough to lower the level of pH to 4.64 and to produce more total titratable acidity(TTA) of 0.54%, whereas conventional sponge dough bread had 0.46% of TTA. On comparison with control bread, the bread made with sour liquid ferments was found to have better specific volume, taste, symmetry, especially, organoleptic characteristics due to lactic acid, acetic acid and amino acid produced by lactic acid bacteria. Sour dough bread with liquid ferment was considered to be more effective to the inhibition of stal- ing during storage for 6 days at 25°C and to have longer shelf-life than control.

Key words : lactic acid bacteria, sour liquid ferment, TTA, inhibition of staling, shelf life

서 론

빵의 품질은 향미, 부피, 막, 텍스처 등에 의해 좌우되며 유통 및 저장시 급격하게 품질이 저하되어 시간 경과에 따라 딱딱하고, 거칠어지며 탄성을 잃고 부스러지기 쉬운 상태로 된다. Xu 등¹⁾과 Appolonia 등²⁾은 품질개량제(surfactants 등)로 제품의 신선도를 유지하려고 하였다. 품질개량제로서는 sodium stearoyl-2-lactylate, polysorbate 60, mono and diglycerides, diacetyl tartaric acid esters of mono - and diglycerides(DATEM), sucrose monopalmitate(SMP) 등을 이용하며, 빵의 텍스처를 개선할 수 있다 고 하였다. 또, 밀가루의 단백질, 지방, 효소 등에 대한 연구, crumb 변화를 줄이는 방법에 대한 연구, 수분과 specific volume이 빵의 노화와 부드러움에 미치는 영향에 대해서도 결과가 발표되었다^{3~5)}. Martinez 등⁶⁾은 제빵에 사용되는 이스트와 유산박테리아를 첨가하는

sour dough를 이용하여 빵의 여러 품질을 개선할 수 있다고 하였다.

Sour dough를 제빵에 이용한 연구는 Spicher 등⁷⁾이 sour dough의 발효력에 대해, Nierle 등⁸⁾이 sour dough의 단백질 분해력과 제빵성(pH, TTA 및 제품의 품질)에 관해 연구하였다. Martinez 등⁶⁾은 제빵에 효모 및 젖산균을 혼합 배양한 것을 사용하여 제품의 품미, 맛 등을 향상시키고 빵의 부피증대와 유통 및 저장 중의 신선도의 연장, 맛의 보존 및 기타 제빵적성과 품질개선 효과를 얻었다 하였다. 또한 sour dough 빵에 유산균을 첨가하면 콤팡이의 오염을 방지하여 저장성을 증가시킬 수 있다는 보고⁹⁾도 있다.

국내에서는 sour dough법이 도입단계이다. 본 연구는 품질개량제 등 화학적 첨가물에 의존하지 않고 순수한 미생물들에 의한 빵의 품질개선법을 정립해 나가기 위한 계기로 삼고자 수행하였다. 유산균을 배양하여 이스트와 함께 반죽에 첨가했을 때 유기산 생성량을 높이

기 위한 최적 발효조건과, sour liquid ferments로 빵을 제조할 때 발효시의 팽창력 및 pH 변화, 제품의 품질평가, 제품의 저장시간에 따른 노화도 및 제품의 저장성을 밝혔다.

재료 및 방법

1. 균 주

균주는 sour dough 종균에 다량 분포되어 있고, 발효풍미가 양호한 *Lactobacillus brevis* CHR. HANSEN L-62, *Lactobacillus plantarum* CHR. HANSEN L-73, *Lactobacillus delbrueckii* CHR. HANSEN L-22 와 *Streptococcus thermophilus* CHR. HANSEN TH-4 4 균주를 덴마크 CHR. HANSEN사에서 분양 받아 -20°C에 보존하였고, MRS 평판배지에서 순수 배양한 집락을 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.¹⁰⁾

2. 빵원료 및 제조

제빵 원료로, 밀가루(대한제당, 강력1급), 설탕(대한제당, 대한설탕), 쇼트닝(롯데삼강, 삼강쇼트닝), 이스트(제일유니버셜, 생이스트), 이스트푸드(성일통상, 푸드 #11), 유화제(일신유화, SSL), 소금(한주, 한주소금)을 사용하였다. 제빵공정에서의 이들의 성분표는 Pyler¹¹⁾의 방법에 따라 Table 1과 같이 표기하였다. 제빵은 일반적으로 널리 이용되고 있는 중종법을 사용하였고 구체적인 방법은 Fig. 1과 같다.

3. 종균의 배양과 접종

실험에 사용한 4종의 젖산균은 MRS broth에서 8시간 간격으로 3회 계대배양한 후 spectronic-20(Bausch and Loms, U. S. A) 분광광도계로 660nm의 흡광도가 0.3이 된 것을 사용하였다. 배양온도는 30°C, 접종량은 1.0%(v/v)로 하였다.

4. 균체의 생육, TTA의 측정

균체의 생육량은 배양이 완료된 시료를 멸균 saline으로 10배 회석하여 BCP plate count agar 배지(Eiken chemical Co.)에서 30°C에서 배양한 후 콜로니 수가 30 ~ 300¹⁹⁾개가 나타나는 평판을 선택하여 균수를 측정하였다. TTA의 측정은 배양이 끝난 배양액을 10g 취하여 100ml 비이커에 넣고 40ml의 중류수를 가한 후 1.0% (w/v) phenolphthalein-50% ethanol 5방울을 첨가해서 혼합하고 0.1 N-NaOH (f=1.0207) 용액으로 pH 8.3까지 자동 적정기(Kyoto electronics AT 107 JAPAN)로¹⁰⁾ 중화적정하여 산도를 산출하였다.

5. 반죽의 발효 팽창력

반죽의 발효 팽창력은 원료 혼합후 반죽 100g을 취해 팽창관에 넣은 후 27°C, 상대습도 75 %의 발효실에서 발효시키고 일정시간마다 꺼내어 측정하였다.¹²⁾

6. 제품의 관능검사

소성이 끝난 제품을 내부온도 30°C가 될 때까지 냉각시켜 포장한 뒤 실온에서 2일 방치한 다음, 훈련된 관능검사 요원 15명이 외형, 색상, 퍼질(crust character), 기목립(grain), 내색상(crumb color), 맛, 조직감(te-

Table 1. Composition of ingredients for making white pan bread

Stage	Ingredients	Percentage(%) on the basis of 1 Kg of wheat flour	
		Control	SWB*
Sponge	Wheat flour	70	70
	Yeast	2.2	2.2
	Sodium stearoyl-2-lactylate	0.3	0.3
	Yeast food	0.1	0.1
	Sour liquid ferments	—	10
	Water	40	31
Dough	Wheat flour	30	30
	Salt	2	2
	Shortening	4	4
	Sugar	6.5	6.5
	Water	24	24

* : White Pan Bread with using sour liquid ferments

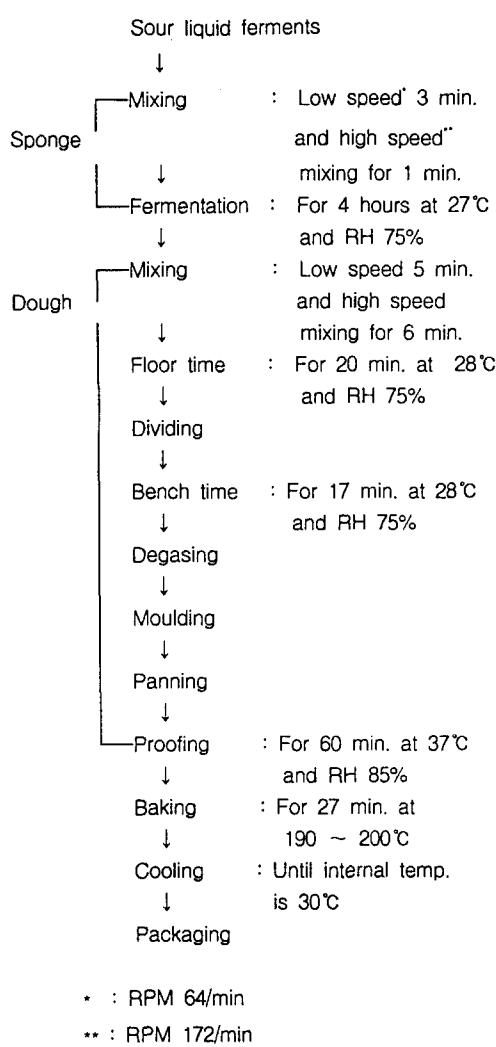


Fig. 1. Procedures of making white pan bread by sponge method.

ture), 풍미 및 입안에서의 촉감(mouse feel) 등을 평가하였다.

7. 제품의 비용적 측정

제품의 비용적은 유채씨를 사용하여 빵의 부피를 측정한 후 무게로 나누어 측정하였다.¹¹⁾

8. 제품의 저장성

슬라이스한 식빵을 50개씩 포장하여 항온기에 넣고 30°C에서 7일간 3회 이상 실험하였다. 저장실험시 부패시점 산출은 곰팡이 발생 또는 제품에서 이취가 날 때

까지의 시점으로 하였다. 제품은 3시간 간격으로 확인하여 평균 저장기간 및 평균부패율로서 나타냈다.

9. 제품의 노화도 측정

식빵을 제조한 후 내부온도가 30°C일 때 두께 18 mm 간격으로 자동 슬라이스하여 포장한후 25°C에서 보관하면서 24시간 경과시마다 crumb를 골고루 분쇄한 후 5g을 50ml의 중류수에 가했다. 여기에 pH 4.5의 0.2 M 초산 완충용액에 용해한 0.5% glucoamylase (Novo Nordisk A/S) 용액 4ml를 가하고 37°C에서 2시간 동안 반응시킨 후(blank 용액은 100°C에서 10분간 열처리하여 불활성화 시킨 효소액을 가하여 동일 조건으로 반응시켰다.) 2 N HCl 1 ml를 가하여 반응 중지시키고 Whatman 여과지 No. 2로 여과하며, 여과액을 시료로 하였다. 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid (DNS) 법¹³⁾으로 측정하여 노화도를 계산하였다.

$$\text{노화도 (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A : 제조당일 냉각 직후의 포도당 함량

B : 일정기간 보존 후의 포도당 함량

결과 및 고찰

1. Sour liquid ferments의 배양 조건

제빵에 많이 이용되고, 발효풍미가 우수한 *Lactobacillus*와 *Streptococcus* strain 4 균주를 10% skim milk 배지에 단독 및 혼합배양한 후 산생성력을 측정하였다. 단독 배양한 경우 젖산균의 산생성량은 48시간 후 0.57~0.81 범위로 각 균주마다 차이가 있었다. 그 중에서 *Lactobacillus brevis*의 산생성량은 0.81로 다른 균주에 비하여 우수하였다. 혼합배양은 단독배양한 경우보다 산생성량이 많아서 0.62~0.91ml 였다. 혼합배양 중 *Lactobacillus brevis*와 *Lactobacillus plantarum*을 혼합 배양한 것이 다른 것보다 산생량이 많고 pH도 낮았다.(Fig. 2) Lonner⁹⁾ 등은 sour dough 라이맥빵에 이용되는 유산균 중 헤테로타입이 sour dough bread의 품질에 주로 영향을 미친다고 하였다. Martinez, M.A.⁶⁾ 등은 sour dough에 이용되는 여러 박테리아와 이스트의 상호작용에서 *Lactobacillus plantarum*이 관능적인 품질(향취, 맛)에서 좋은 결과를 냈다고 하였다. Sour liquid ferments의 균주로 헤테로형 발효를 하는 *Lactobacillus brevis*와 호모형 발효를 하는 *Lactobacillus plantarum*을 혼합배양하여 배양 최적 조건을

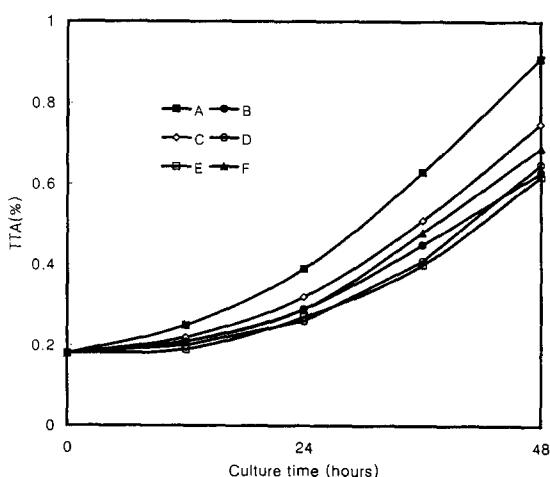


Fig. 2. Changes of TTA in mixed culture of *Lactobacillus* and *Streptococcus* during incubation at 30°C, A: *L. brevis* and *L. plantarum*, B: *L. brevis* and *L. delbrueckii*, C: *L. plantarum* and *L. delbrueckii*, D: *S. thermophilus* and *L. delbrueckii* E: *L. brevis* and *S. thermophilus*, F: *S. thermophilus* and *L. plantarum*.

검토하였다.

균체의 생육속도는 *L. brevis*의 경우 배양후 40시간까지 증가하여 최고에 이르고, *L. plantarum*도 배양 후 48시간까지 증가하여 최고에 이르다가 서서히 감소하여, 두 균주 모두 생육속도는 유사하였다. 그래서 두 균체의 혼합 배양시 동시에 접종하고 접종량은 각각 0.5% (v/v) 씩 총 1.0% (v/v)로 하였다.

*L. brevis*와 *L. plantarum* 혼합배양한 후 24시간동안에는 유기산 생성량은 비교적 적다. 이는 유산균이 skim milk 중의 단백질원과 탄소원을 이용하는 속도가 매우 느리기 때문이며 산을 많이 생성하기 위해서는 skim milk에 탄소원으로 글루코오스를 첨가하는 것이 필요하다.¹⁰⁾ 글루코오스를 0.5~3.5% (w/v) 범위에서 각 농도별로 첨가한 결과 글루코오스량이 2.0% (w/v) 까지 산생성량이 증가하였기 때문에 최적조건으로 하였다. (Fig. 5) 단백질원으로는 yeast extract 를 0.1~0.6% (w/v) 범위로 첨가한 결과, 0.4% (w/v) 까지는 산생성량이 증가되므로 최적조건으로 하였다. (Fig. 3)

제빵에 사용하는 *L. brevis*와 *L. plantarum*의 혼합배양의 최적 배양시간은 배양 후 24시간이후이다. 이때의 산생성량은 1.18, pH도 4.1이었다. 20~45°C에서 산생성량 및 pH를 검토한 결과 30°C가 최적 조건이었고, 이 때의 산생성량은 1.18, pH도 낮았다.

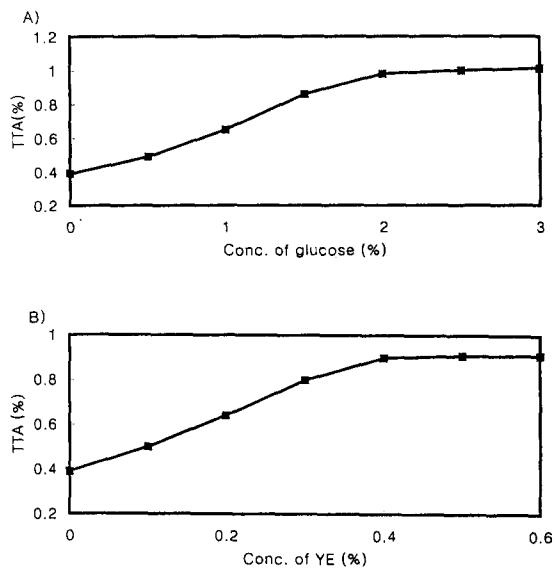


Fig. 3. Effect of the concentration of glucose and yeast extract on TTA in mixed culture of *L. brevis* and *L. plantarum* in the culture for sour liquid fermentations at 30°C for 24 hours.

2. Sour liquid fermentations를 이용한 식빵(SWB)의 제빵 특성

Sour liquid fermentations를 중종(sponge dough) 배합에 첨가한 뒤 발효 4시간 동안에 발효팽창력을 측정한 결과 SWB는 대조구보다 1.6ml이 높은 부피증가율과 13.5ml와 높은 최고부피로 더 우수한 발효팽창력을 보였다. (Fig. 4) 이러한 중종(sponge dough) 발효 상태는 최종 제품의 비용적(specific volume)에 영향을 주어 대조구의 경우는 최종제품의 비용적이 5.05, sour liquid fermentations를 사용한 제품은 5.43으로 중종 발효 시의 발효 팽창력이 최종제품의 비용적에 영향을 주는 것으로 나타났다.

발효중의 산생성량은 SWB가 대조구보다 0.46이 높은 5.54였다. 최종 pH는 대조구보다 낮은 4.64를 나타냈다. 이로부터 이스트 및 sour liquid fermentations는 중종 발효중 서로 저해 받지 않는다는 것을 알 수 있다. 발효팽창력에서 이스트 단독 발효한 것보다 sour liquid fermentations를 사용한 것이 우수한 것은 젖산균이 생성한 젖산이 이스트 생육에 알맞은 pH를 제공하여 발효속도와 발효 팽창력이 증대하였기 때문이다.

3. Sour liquid fermentations를 이용한 식빵(SWB)의 노화지연

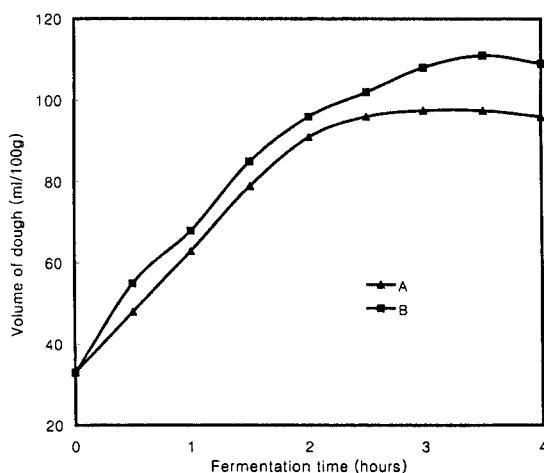


Fig. 4. Effect of the addition of sour liquid ferments (mixed culture of *L. brevis* and *L. plantarum*) on the increase of the dough volume during sponge fermentation at 27°C and relative humidity of 75 %, A: Control dough, B: Dough using sour liquid ferments.

SWB의 저장기간 중 수분은 대조구보다 감소가 적었다. Maleki, M. 등¹⁴⁾은 식빵의 수분함량이 많을수록 노화속도가 느리다고 하였다. Zekeznak, K.J.¹⁵⁾ 등은 노화방지제는 식빵의 수분함량 감소를 억제시켜서 bread crumb의 노화를 자연시킨다고 하였다. 이러한 간접적인 노화 자연 효과를 알기 위해 SWB의 노화도를 측정한 결과 SWB는 노화정도가 51.03%까지 진행된 반면 대조구는 58.46% 까지만 진행되었다.(Fig. 5) Maleki, M. 등¹⁴⁾은 식빵의 specific volume 이 노화지연에 영향을 미친다고 하였다. Sour liquid ferment를 사용한 제품의 specific volume이 향상되는 것과 수분함량 변화의 차이와 같이 보습효과로 노화가 자연되었다고 볼 수 있다. Martin M.L.¹⁶⁾ 등은 빵의 crumb의 firming 작용에 관하여 빵 crumb의 firming은 protein fibrils와 오븐에서 소성시 아밀로오스 분자의 분해에 의한 전분입자간기와의 교차결합에 우인한다고 하였다. Firming 현상을 방지하는 작용은 이와같은 단백질과 전분의 결합부분을 끊어 주는 물질이 sour liquid 발효로 생성되는 것으로 생각된다. Barrett, F.F.¹⁷⁾와 Dubois, D.K.¹⁸⁾ 및 Chamberlain, N.T. 등¹⁹⁾은 제빵시 amylase가 생성되어 bread crumb의 firmness를 줄여주고 저장성을 연장시켜 준다고 하였다. Valjakka, T.T.²⁰⁾는 박테리아의 효소가 저장중인 bread crumb의 firmness를 방지한다고 하였다. 따라서 본 실험에 사용된 sour liquid 발효물의 노화지연 효

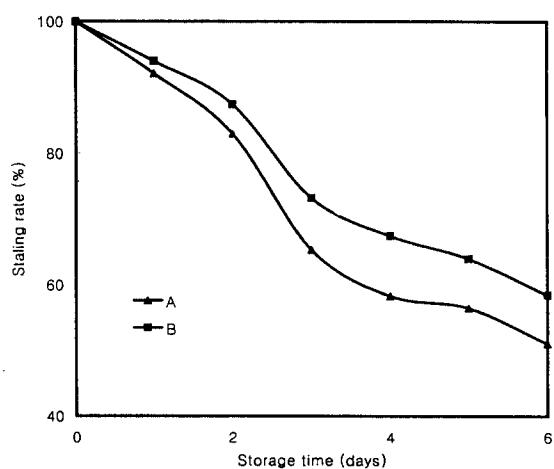


Fig. 5. Effect of the addition of sour liquid ferments (mixed culture of *L. brevis* and *L. plantarum*) on the decrease of the staling rate of white pan bread by during storage time (for 6 days) at room temperature of 25 °C, A: Control B: White pan bread using sour liquid ferments (SWB).

과는 유산박테리아 등이 생성한 내열성 α -amylase들의 작용이라고 생각할 수 있는 것 같다.

4. Sour liquid 발효물을 이용한 식빵(SWB)의 관능적 특성

일반적인 식빵 품질평가법에 따라서 관능검사한 결과는 Table 2와 같이 대조구에 비해 SWB가 맛, 향취, 조직감(부드러움)에 있어서 우수하였다. 이와같은 실험 결과는 효모 단독발효에 의한 일반 식빵보다 sour liquid 발효로 많이 생성된 유산과 초산이 우수한 향취와 맛을 내기 때문이다. Collar²¹⁾ 등은 빵반죽 발효시 유산균과 같이 발효시키면 *L. brevis*와 *L. plantarum*은 약 20가지의 아미노산을 생성하며, 이들 아미노산이 빵의 향취에 영향을 미친다고 하다. 그와 같이 sour liquid 발효로 아미노산도 맛과 향취 등에 기여한 것으로 보인다. 발효팽창력이 좋은 것도 조직감 등에 영향을 부드러움을 증가시킨 것으로 생각된다.

5. Sour liquid 발효를 이용한 식빵(SWB)의 저장성 연장

평균저장기간은 SWB가 대조구보다 약 0.8 일 정도 길었고, 평균부패율은 대조구가 4일부터 5일에 걸쳐 전량 부패한 반면 SWB는 5.5일에서 6.5일에 걸쳐 부패하여 저장성이 양호한 것으로 나타났다.(Table. 3) 결

Table 2. Comparision of sensory quality evaluation of control and white pan bread using sour liquid ferments(SWB)

Characteristics	Perfect score	Control	SWB*
Form symmetry	15	12	13
Crust color	10	8	8
Crust character	10	8	8
Grain	10	8	8
Crumb color	10	7.5	8
Taste	10	7.5	7.5
Texture	15	12.5	13.5
Flavor	10	7.5	9
Mouth feel	10	7.5	9
Total score	100	78.5	85

* SWB : White Pan Bread using sour liquid ferments

Table 3. Effect of the addition of sour liquid ferments (mixed culture of *L. brevis* and *L. plantarum*) on the on the elongation of the shelf life in white pan breads (control and SWB) at 30°C

White pan	Days							Average of shelf life (days)
	1	2	3	4	5	6	7	
Bread	—*	—	—	—	+**	+	+	
Control	—	—	—	—	—	+	+	4.3
SWB	—	—	—	—	—	+	+	5.1

* : No mould growth by visible means, ** : Mould growth by visible means

과는 배양액 중에 *L. brevis*이 생성한 초산과 유산, *L. plantarum*이 생성한 유산 등이 곰팡이의 생육을 억제하였기 때문으로 생각된다.

요 약

Sour liquid 발효가 식빵의 제조조건과 품질에 미치는 영향을 알아 보았다. *Lactobacillus brevis*와 *Lactobacillus plantarum*을 혼합배양하면 sour dough bread 사용 유산균중 산생성력이 가장 높았고 pH도 낮았다. Sour liquid 발효 제조시 제빵의 제조조건에 가장 적합한 배양조건, 배양온도, 시간 및 배지의 조성에 대해 실험하였다. *L. brevis*와 *L. plantarum*의 배양은 30°C에서 24시간 하였다. 배지조성중 글루코오스를 2% 첨가하고 영양원으로서 yeast extract 0.4 %를 첨가한 것의 결과가 가장 좋았다. Sour liquid ferments를 제빵제조시 종종 (sponge dough)에 넣었을 때 반죽의 pH를 4.64까지 낮추어 주어 발효력을 증가시켰고, total titratable acidity(TTA)도 보통 식빵의 0.46 %보다 높은 0.54 %를 나타내었다. 품질평가에 있어서, sour dough liquid를 이용한 식빵의 경우가 보통식빵보다 비용적(specific volume)이 좋았다. 맛과 외형 특히 관능적인 품질(향취)이 증가되었다. 이는 유산균이 생성한

초산, 젖산 및 아미노산 등이 영향을 미치기 때문으로 보인다. 제품을 25°C에서 6일동안 저장하면서 노화도를 측정한 결과 보통식빵 보다 노화지연에 훨씬 효과적으로 나타났고 Sour liquid ferments는 유산균 등이 생성한 유기산들이 곰팡이의 생육을 억제하여 제품의 저장기간이 연장되었다.

참고문헌

- Xu, A., Chung, O.K. and Ponte, J. Jr. : Bread crumb amylograph studies. I. Effects of storage time, shortening, flour lipid, and surfactants. *Cereal Chem.*, **69**, 495-501(1992).
- Plsesookbunternq, W. and Appolonia, B. L. D' : Bread staling studies. I. Effect of surfactant on moisture migration from crumb and firmness values of bread crumb, *Cereal Chem.*, **60**, 239-241(1983).
- Xu, A., Chung, O. K. and Ponte, J. Jr. : Effect of baking procedure and surfactants on the pasting of bread crumb, *Cereal Chem.*, **57**, 239-241(1980).
- Xu, A., Chung, O. K. and Ponte, J. Jr. : Bread crumb amylograph studies. II. cause of unique properties, *Cereal Chem.*, **69**, 502-507(1992).
- Axford, D. W. E., Colwell, K. H., Cornford, S. J. and Elton, G. A. H. : Effect of loaf specific volume on the rate and extent of staling in bread, *J. Sci. Fd Agric.*, February, 19(1968).
- Martinez, M. A. A., Pitarch, B., Bayarri, P. and

- Benedito, C. de B. : Microflora of the sourdoughs of wheat flour bread. X. Interactions between yeasts and lactic acid bacteria in wheat doughs and their effects on bread quality, *Cereal Chem.*, 67, 85-91(1990).
7. Spicher, G., Rabe, E. S. and Stephan, H. : Die mikroflora des sauerteiges. Über das verhalten hetero-fermentativen sauerteigbakterien und hefen bei gemeinsamer kultur, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 174, 222(1982).
8. Nierle, W. and Spicher, G. : Die Mikroflora des sauerteiges. Der einfluss de hefe auf die proteolytischen vorgange im verlaufe der sauerteiggarung, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 179, 109(1984).
9. Lonner, C. and Preve-Akesson, K. : Effects of lactic acid bacteria on the properties of sour dough bread, *Food Microbiology*, 6, 19-35(1989).
10. 유인덕 : 대두유에서 *Lactobacillus*와 *Kluyveromyces fragilis* KFCC 35458의 혼합배양, 연세 대학교 박사학위논문 (1986).
11. Pyler, E. J. : *Baking Science and Technology*, Bread Scoring, p. 891-895(1979).
12. A. O. A. C. : Official methods of analysis, 16th ed., Association of analytical chemists, Washington, p. 211-230(1984).
13. Chaplin, Mr. F. and Kennedy, J. F. : Carbohydrate analysis, Academic Press, N.Y., p. 3(1986).
14. Maleki, M. R., Hoseney, C. and Mattern, P. J. : Effects of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread, *Cereal Chem.* 57, 138-140(1980).
15. Zeleznak, K. J. and Hoseney, R. C. : The role of water in the retrogradation of wheat starch and bread crumb, *Cereal Chem.*, 63, 407-411(1986).
16. Martin, M. L. : Rethinking bread firmness, Ph D. Dissertation, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University(1989).
17. Baret, F. F. : In *Enzymes in food Processing*, Reed, G. (ed.), Enzyme uses in the milling and baking industries, ed., Academic Press, N. Y. p. 301-348 (1975).
18. Dubois, D. K. : Enzymes in Baking. II. Applicatons, Research department Technical Bulletin of AIB, II, issue 10(1980).
19. Chamberlain, N. T., Collins, T. H. and McDermott, E. E. : Alpha amylase and bread properties, *J. Food Technol.*, 16, 127(1981).
20. Valjakka, T. T. : The effects of raw starch digesting enzyme on White Pan Bread, *M. Sc. Thesis*, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University(1992).
21. Collar, C., Marcaros, A. F., Prieto, J. A. and Benedito de Barber, C. : Changes in free amino acids during fermentation of wheat doughs started with pure culutre of lactic acid bacteria, *Cereal Chem.*, 68, 66-72(1991).

(1996년 12월 2일 접수)