

Enterococcus sp.와 *Lactobacillus* sp. 첨가 sourdough로 제조된 보리식빵의 품질특성

I. 보리가루에서 분리한 균주의 동정 및 반죽의 물성적 특성

홍정훈 · 김경자
동아대학교 식품영양학과
(2001년 9월 4일 접수)

Effect of Prepared by *Enterococcus* sp. and *Lactobacillus* sp. on the Quality of Barley Bread

I. Identification of Bacterial Strain from Barley Powder and Rheological Properties of Sourdough

Jeong-Hoon Hong and Kyoung-Ja Kim
Dep. of Food and Nutrition, Dong-A University
(Received September 4, 2001)

Abstract

A Lactic acid bacterium for barley bread was isolated from barley powder and was identified as *Enterococcus* sp. It was used as a starter for barley bread and quality of bread was compared with the bread prepared by conventional starter

1. The pH of bread making process using *Lactobacillus sanfrancisco* starter was the lowest among tested starters. while the titratable acidity(TTA) of the strain was the highest, followed by *Enterococcus* sp..
2. In valorimeter value(v/v), control was 70, but dough using all starter was 60. The peak time and stability of dough using *Lactobacillus sanfrancisco* were the highest among tested starters.
3. Extensibility of dough using *Enterococcus* sp. was the highest among tested starters, followed by *Lactobacillus sanfrancisco*. Proper extensibility and maximum resistance were observed in *Lactobacillus sanfrancisco*.

Key Words : *Enterococcus* sp., *Lactobacillus sanfrancisco*, *Lactobacillus plantarum*

I. 서론

초기의 발효빵은 공기 중에 존재하는 야생효모와 젖산을 생성하는 유산균(lactic acid bacteria, LAB)에 의해 만들어졌다. 야생효모는 빵을 부풀리는 역할을 하고 유산균은 빵의 풍미를 내는데 사용되었다. 이처

럼 젖산으로 인해 신맛이 나는 반죽이 만들어지게 되고 이를 'sourdough'라고 명명하게 되었다. Sourdough는 기원전 13세기경 이집트에서 최초로 제조되었음이 벽화에 나타나 있다.

Sourdough는 두 종류로 나누어지는데 밀가루만을 원료로 하는 white sour가 있고 호밀가루와 밀가루를 원

료 한 rye sour가 있다. 이중에서 주로 rye sour가 사용되는데 우리나라에서는 호밀보다는 보리의 소비와 생산이 많으므로 본 연구에서는 sourdough에 쌀보리를 사용하였다.

쌀보리의 일반성분은 탄수화물 65%, 단백질 10%, 지방 2%내외, 섬유질 2.5%로 되어있다. 일반성분 이외에 쌀보리와 겉보리에는 약 2~8%의 β -glucan이 함유되어 있으며¹⁾ β -glucan의 생리적 효과에 대한 연구로는 혈중 cholesterol 저하²⁾와 면역증강효과³⁾ 등에 대한 연구가 있으며 생체조직기능을 가진 천연다당류로서의 역할에 대한 연구가 진행중이다. 이러한 보리는 밀과 복합분으로 사용될 수 있는 가장 적합한 국내 원료라고 할 수 있다.

본 논문에서는 쌀보리를 사용하여 건강빵인 보리식빵을 제조하고 쌀보리를 첨가함으로써 발생하는 제품의 질적 저하를 개선시키기 위해 유산균을 이용해 sourdough를 제조, 첨가하였다. 이러한 sourdough의 이용은 화학적 품질개량제에 의존하지 않고 순수한 미생물에 의한 품질 개선을 정립해 나가기 위한 계기로 삼고자 수행하였다. 실제로 많은 생리활성물질로서의 역할을 가진 유산균은 오븐에서 가열한 후에도 생리활성 효과가 지속되므로 천연 제빵제로서의 역할 이외에도 생리 활성적인 면에서도 이점을 가질 것으로 생각된다.

*L. sanfrancisco*와 *L. plantarum* 그리고 보리가루에서 분리한 균주를 이용하여 sourdough starter를 제조하였고 이 starter를 보리와 밀가루가 혼합된 보리식빵에 첨가하였다. 먼저 보리가루에서 분리한 균주를 동정하고 각 균주가 배양되는 동안의 pH와 총산량의 변화를 측정하였다. Starter를 첨가한 보리식빵의 이화학적 변화를 관찰하기 위하여 수분함량, pH 그리고 총산량의 변화를 측정하였으며 sourdough의 반죽물성을 보기 위해 farinograph, extensograph를 측정하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 보리식빵 제조용 젖산균의 분리 및 동정

1) 균주의 분리

보리식빵 제조용 보리가루로부터 젖산균을 분리하기 위하여 보리가루 1g을 10ml의 sourdough media에 첨가하여 37°C에서 3일간 배양한 후 배양액 0.1ml를 sourdough 평판배지에 접종하여 3일간 배양하였으며 sourdough media의 조성은 <Table 1>과 같다. Sourdough 평판배지상에 나타난 colony중 특징적인 colony 10개를

<Table 1> Composition of ingredients for making barley bread

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 starter 40%

+ bacterial suspension (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*) 2%

분리한 후 평판배지에 다시 확산배양하여 3번의 순수·분리 단계를 거쳤다. 예비실험 과정에서 각각의 분리균주를 첨가한 sourdough로서 보리식빵을 제조한 후, 제빵 특성이 가장 우수한 균주를 실험용 젖산균으로 선택하였다. 이렇게 선택한 균주를 MRS agar배지 (Bacto protose peptone No. 3 10g, Bacto beef extract 10g, Bacto yeast extract 5g, Bacto dextrose 20g, Tween 80 1g, Ammonium citrate 1g, Sodium Acetate 5g, Magnesium sulfate 0.1g, Manganese sulfate 0.05g, Dipotassium phosphate 2g, agar 15g, D,W 1000 ml, pH 6.5±0.2)에 접종한 후 4°C의 냉장고에 보관하면서 세균의 동정에 이용하였다.

2) 형태 및 생리학적 특성에 의한 균주의 동정

보리가루에서 분리한 균주는 Hucker 변법⁴⁾으로 Gram 염색하였으며, 운동성, 황색 색소 생성 등의 형태를 관찰하였다. 분리 균주의 생리적 특성은 Hendrie 등⁵⁾의 방법으로 6.5% 식염에서 증식여부와 Thornley⁶⁾의 방법으로 Arginine 분해여부를 실험하였다. 각종 당 및 당 유도체의 발효성은 Shirling과 Gottlieb방법에 따라 xylose, sucrose, lactose, melibiose, melezitose, sorbitol, mannitol, arabinose, inulin, cellobiose, ribose, salicine 및 esculin이 1% 함유된 BCP broth에 균주를 38°C에서 7일간 배양하면서 지시약의 변색여부를 관찰하였다. 배지가 황색으로 변한 것은 positive, 변하지 않은 것은 negative로 판정하였다. Catalase test는 Holding 등⁷⁾의 방법으로 3% H₂O₂로 검사하였고 Urease reaction는 Christensen urea배지(peptone 1g, NaCl 5g, KH₂PO₄ 2g)

를 이용하여 양성인 경우 배지가 적색을 나타내었다.

3) 분리균주 및 젖산균 배양액의 특성

(1) pH 측정

균주배양액 10mL에 균주를 접종하여 48시간 동안 보리가루에서 분리한 균주와 *Lactobacillus plantarum*을 37°C에서 배양하고 *Lactobacillus sanfrancisco*는 25°C에서 배양한 후 시간별로 pH meter(CHEMCADET Jr 5982-20)를 이용하여 pH를 측정하였다.

(2) 산 생성량 측정

AACC 방법 02~31⁸⁾에 따라 균주 배양액 10mL에 동량의 증류수를 균일하게 혼합하여 1.0% phenolphthalein 지시약 0.5mL 넣고 혼합한 후 0.1N NaOH로 적정하여 핑크색이 30초간 지속되는 점을 종말점으로 간주하였다.

2. 물성 측정

1) 반죽의 물성 측정

(1) Farinograph에 의한 반죽 특성

반죽형성 능력과 형성된 반죽의 물리적 성질은 AACC(54-21, Brabender)방법⁹⁾에 따라 Farinograph (Brabender Co., Germany)을 이용하여 흡수율(%), 반죽시간, 안정도, 연화도와 valorimeter를 이용한 전체 강력도(반죽시간동안의 안정도를 종합 평가한 값)를 조사하였다.

대조군의 경우 밀가루 300g(14% 수분함량기준)을 사용하고, bowl의 온도는 30±0.2°C로 유지하도록 하였다. 밀가루를 1분 동안 1단으로 혼합하면서 sourdough starter를 넣고 5분간 혼합한 후 25초 동안 물 64~65mL(graph의 peak중심이 500B.U.로 된다고 예상되는 물의 양)을 가하였다. 혼합하는 동안 벽면에 붙은 반죽을 긁어내려 주면서 커브의 중앙이 500B.U.에 도달할 때까지 물의 양을 조절하였다. 균주첨가군의 경우 밀가루 240g에 보리가루 60g을 혼합하여 균주 배양액 43mL와 물 21mL를 가하여 대조군과 같은 방법으로 측정하였다.

(2) Extensograph에 의한 발효특성

발효특성은 AACC 54-109)에 따라 Extensograph (Brabender Co., Germany)를 이용하여 측정하였다. 반죽이 끊어질 때까지 들어간 힘과 늘어난 길이와의 관계를 나타내는 곡선을 얻었으며, Farinograph에서 얻을 수 없는 반죽 숙성 시의 작용을 측정하였다. 대조군의 경우 300g 밀가루와 6g의 식염을 사용하였고 물의 양은

farinograph 흡수량 보다 3% 적게 하였다. 균주를 첨가하여 5분간 혼합한 후 물을 넣은 다음 1분간 다시 혼합하였다. 혼합된 반죽을 5분간 방치하고, 다시 혼합하면서 커브의 중앙이 500B.U.에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. Extensogram은 반죽을 150±0.1g으로 분할 한 후, 라운더에서 20회 등굴리기를 하고 원통형으로 성형하여 30±2°C의 발효조에서 45분, 90분, 135분 발효시킨 후 측정하였다. 균주 첨가군의 경우 밀가루 240g에 보리가루 60g을 혼합하여 대조군과 같은 방법으로 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 보리식빵 제조용 젖산균의 분리 및 동정

가. 형태 및 생리학적 특성에 의한 균주의 동정
생화학적 실험결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Morphological and physiological properties of bacterial strain from barley powder

Characteristics	Bacterial strain
Shape	coccus
Gram staining	+
Mobility	-
Growth in NaCl 6.5%	+
Yellow pigment	-
Arginine decarboxylation	+
Assimilation :	
Xylose	-
Sucrose	-
Lactose	+
Melibiose	-
Melezitose	+
Sorbitol	-
Mannitol	-
Arabinose	-
Inulin	-
Cellobiose	+
Ribose	+
Salicine	-
Esculine	+
Urea	-
Catalase	-

Symbols : +, 90% or more of strain are positive ;
-, 90% or more of strain are negative

Gram 염색 결과는 양성이며 형태는 구균이고 운동성은 없는 것으로 확인되었다. 6.5% NaCl에서 생육이 가능하며 arginine 분해능이 있었으며 당 및 당 유도체 이용능은 lactose, melezitose, cellobiose, ribose, esculin에서 양성을 나타내었다.

Bergey's manual of determinative bacteriology(1994)와 <Table 1>의 결과를 비교해 보았을 때 *Enterococcus* sp.로 추정된다.

2) 분리균주 및 젖산균 배양액의 특성

(1) pH의 변화

Enterococcus sp., *L. plantarum* 및 *L. sanfrancisco* 배양액의 pH의 변화는 <Table 3>과 같다.

3가지 균주 모두 sourdough배지에 접종한 직후 pH는 5.6이었다. 48시간 경과 후 *Enterococcus* sp.와 *L. plantarum* 두 균주는 pH 5.3 정도 였으나 *L. sanfrancisco*는 pH 5.0으로 낮아졌다. 96시간 경과 후 세 균주 모두 감소폭이 가장 커졌으며 *L. sanfrancisco*의 경우 접종 직후와 비교하면 pH가 1.2, *Enterococcus* sp.는 0.8 그리고 *L. plantarum*은 0.5정도 감소하였다. 따라서 pH가 가장 빨리 낮아진 균주는 *L. sanfrancisco*였으며 다음으로 *Enterococcus* sp.와 *L. plantarum*의 순서로 나타났다.

(2) 산 생성량의 변화

Enterococcus sp., *L. plantarum* 및 *L. sanfrancisco*의 시간별 산 생성량의 변화는 <Table 4>와 같다.

3가지 균주 모두 sourdough 배지에 접종한 직후의 산 생성량은 1.19mL였으며 48시간 경과 후 *Enterococcus* sp.와 *L. plantarum* 두 균주의 산 생성량은 1.32mL정도

였으며 *L. sanfrancisco*는 1.36mL였다. 96시간 경과 후 3가지 균주 모두 큰 폭으로 증가하였으며 *L. sanfrancisco*의 경우 접종직후에 비해 0.38mL정도 증가하였다. 144시간 경과 후에는 96시간 경과 후처럼 많은 폭으로 증가하지는 않았으나 계속적으로 증가하였다.

Martinez 등¹⁰⁾은 sourdough에 이용되는 여러 bacteria와 yeast의 상호작용에 대해 연구하였는데 *S. cerevisiae*에 정상발효를 하는 *L. plantarum*을 첨가한 빵이 관능적인 품질면에서 좋은 결과를 나타내었다고 보고 하였다. 그러나 본 실험에서는 정상발효균인 *L. plantarum*보다는 이상발효균인 *L. sanfrancisco*의 pH가 가장 낮았으며 산도도 가장 낮게 나타났다. 이는 *L. sanfrancisco*가 젖산 이외에 초산을 생성하여 pH가 저하된 것으로 생각된다.

2. 물성측정

1) 반죽물성 변화

(1) Farinograph에 의한 반죽 물성 변화

Starter를 첨가하여 반죽하였을 때 측정된 특성치는 <Table 5>와 같다.

밀가루의 품질을 평가할 수 있는 지표로 이용되는 volimeter value(v/v)는 전체적인 강력도를 나타내는 하나의 값으로 반죽시간과 반죽에 대한 저항성을 기초로 하여 유도되는 값이다¹¹⁾. 일반적으로 강력분은 70정도의 값을 나타내며 중력분은 70-50, 박력분은 30이하의 값을 보인다¹¹⁾. 일반 강력분 밀가루로 제조된 대조균의 경우는 70을 나타내었으나 균주를 첨가한 경우 중력분의 v/v값과 유사한 값을 나타내었다. 따라서 균

<Table 3> Changes of pH in sourdough culture media with lactic acid bacteria

bacteria	time	0	24hr	48hr	96hr	144hr
EC		5.60±0.00	5.35±0.07	5.30±0.04	4.80±0.09	4.30±0.08
LP		5.60±0.00	5.49±0.08	5.40±0.15	5.10±0.13	4.50±0.04
LS		5.60±0.00	5.33±0.02	5.03±0.23	4.48±0.21	4.10±0.15

EC : *Enterococcus* sp., LP : *Lactobacillus plantarum*, LS : *Lactobacillus sanfrancisco*

<Table 4> Changes of titratable acidity(TTA) in sourdough culture media with

bacteria	time	0	24hr	48hr	96hr	144hr
EC		1.19±0.00	1.21±0.24	1.31±0.09	1.52±0.03	1.72±0.11
LP		1.19±0.00	1.21±0.21	1.28±0.17	1.49±0.10	1.65±0.14
LS		1.19±0.00	1.23±0.14	1.36±0.09	1.57±0.01	1.81±0.13

EC : *Enterococcus* sp., LP : *Lactobacillus plantarum*, LS : *Lactobacillus sanfrancisco*

<Table 5> Farinograph data of dough with sourdough starters

	Valorimeter value(w/v)	Water absorption(%)	Peak time(min.)	Stability(min.)	Weakness(B.U.)
CO	70±0.14	101.67±0.04	10.9±0.15	6.4±0.07	160±0.13
EC-D	54±0.00	98.7±0.02	5.3±0.13	5.6±0.04	190±0.07
LP-D	54±0.07	97.2±0.07	5.3±0.16	5.0±0.09	210±0.08
LS-D	59±0.08	96.0±0.06	6.2±0.21	5.9±0.13	170±0.04

CO : Control, EC-D : Dough used *Enterococcus* sp. starter,
 LP-D : Dough used *Lactobacillus plantarum* starter,
 LS-D : Dough bread used *Lactobacillus sanfrancisco* starter

주가 혼합되면서 탄력이 떨어져 부드러운 반죽이 될 것으로 생각된다.

수분흡수율은 단백질 및 pentosan 함량, 입도, 밀 전분의 손상¹¹⁾에 따라 영향을 받으므로 밀가루 외에 다른 곡류들이 들어가면 밀 단백질 함량이 희석되어 결국 흡수율이 높아지게 된다. 밀가루의 경우 흡수율이 66.5%인데 비해 보리가루가 들어가면 101.67로 2배정도 증가하였으며 균주 첨가균은 96~98로 대조군에 비해 약간 낮은 값을 나타내었다. 이처럼 수분흡수율이 증가하는 것은 보리전분의 손상정도, β-glucan과 같은 비전분 다당류 및 식이섬유 함량에 기인한 것으로 생각된다¹²⁾. 수분흡수율의 증가로 대조군과 균주 첨가군 모두가 끈적거리는 반죽 상태가 되었다.

Farinograph에서 반죽의 혼합 시 날에 의해 저항이 생기고 밀가루 gluten의 작용으로 연속적인 망상구조를 형성하여 점탄성이 부여되는 반죽이 최고 발전점에 달하는 시간이 반죽형성시간이다. 세 균주 중 *L. sanfrancisco* 첨가균의 반죽형성시간이 가장 길었다.

분자량이 적은 gliadin은 발전시간을 줄이고 약화도를 증가시키며 반면에 분자량이 큰 glutenin은 반대의 작용을 한다. 따라서 반죽 형성시간은 밀 단백질 품질의 지침으로 사용되며 강력분은 반죽형성시간이 박력분보다

길면 제빵 적성이 양호한 것으로 알려져 있다¹¹⁾. 따라서 균주 첨가균 중 반죽형성시간이 가장 긴 *L. sanfrancisco* 첨가균의 제빵 적성이 가장 양호할 것으로 생각된다.

반죽의 안정도는 반죽의 힘이나 강도의 지표가 되는데 반죽의 힘이 강하면 높은 안정도를 갖고 힘이 약한 가루는 낮은 안정도를 갖는다¹³⁾. 대조군에 비해 균주 첨가균의 안정도는 감소하지만 *L. sanfrancisco* 첨가균이 가장 안정도가 높은 것으로 보아 반죽의 힘이 강하고 부피가 좋아 질 것으로 생각된다.

전반적인 farinograph의 결과를 볼 때 실제 제빵 시 중요한 인자가 되는 것은 반죽시간과 안정도로 알려져 있다. 이러한 반죽형성시간과 안정도가 *L. sanfrancisco* 첨가균에서 가장 높게 나타난 것으로 보아 제빵성이 가장 우수한 균으로 생각된다.

(2) Extensograph에 의한 발효 특성 변화

Starter을 첨가하여 반죽을 제조하였을 때에 측정된 특성치는 <Table 6>과 같다.

신장도와 저항도는 *L. sanfrancisco* 첨가균이 13.5로 중간값을 나타내었다. 적당한 신장도와 저항도를 가진 균주는 *L. sanfrancisco* 첨가균이었다. extensograph에서 신장도와 저항도가 적정한 균형을 이루면 반죽의 gas

<Table 6> Extensograph data of dough with sourdough starters

dough	Area(cm ³)			Extensibility (E) (B.U.)			Resistance to extension(Rs) (B.U.)			Maximum Resistance (R)			Ratio Figure (R/E)		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
CO	42±0.23	71±0.03	79±0.13	13.7±0.04	13.8±0.02	13.4±0.05	255±0.12	300±0.14	355±0.05	305±0.04	360±0.01	405±0.11	18.6±0.06	21.7±0.08	26.5±0.12
EC-D	69±0.16	90±0.11	86±0.07	16.0±0.07	15.0±0.11	14.7±0.11	215±0.16	300±0.11	350±0.01	280±0.11	390±0.00	415±0.12	13.4±0.07	19.2±0.09	23.8±0.09
LP-D	87±0.09	113±0.09	94±0.21	13.7±0.09	13.7±0.06	12.6±0.09	330±0.11	520±0.09	520±0.00	395±0.09	620±0.03	575±0.15	24.1±0.06	38.0±0.06	41.3±0.15
LS-D	81±0.14	80±0.08	81±0.05	16.9±0.11	16.9±0.14	13.5±0.15	250±0.07	310±0.07	345±0.05	330±0.03	390±0.04	450±0.13	14.8±0.09	21.4±0.08	25.6±0.11

CO : Control, EC-D : Dough used *Enterococcus* sp. starter, LP-D : Dough used *Lactobacillus plantarum* starter,
 LS-D : Dough bread used *Lactobacillus sanfrancisco* starter

형성이 용이하게 된다. *L. plantarum* 첨가균의 경우 신장도에 비해 저항도의 값이 큰데 이는 반죽의 내상이 다소 치밀하지 못함을 나타낸다. *Enterococcus* sp. 첨가균의 경우 저항도에 비해 신장도가 크며 이산화탄소 포집 능력이 떨어져 부피가 적은 빵이 될 것으로 생각된다⁴⁾. 따라서 적당한 신장도와 저항도를 가진 균주는 *L. sanfrancisco* 첨가균이다.

Ratio Figure(R/E)치는 135분에서 *L. plantarum* 첨가균이 41.3으로 가장 높게 나타났으며 *Enterococcus* sp. 첨가균은 23.8로 가장 낮았으며 *L. plantarum* 첨가균이 12.6으로 가장 낮았으며 *Enterococcus* sp. 첨가균이 14.7로 가장 높았으며 *L. sanfrancisco* 첨가균은 25.6으로 중간값을 나타내었다. 신장저항/신장도로 계산된 수치로 소위 찰기와 끈기의 balance를 나타내는 값인 Ratio Figure(R/E)치이다. R/E값이 크면 반죽형성을 쉽게 되나 잘 찢어지는 반죽이 되어 gas포집에 문제가 생겨 부피가 적은 빵이 되기 쉽다. 따라서 중간값을 나타내는 *L. sanfrancisco* 첨가균이 제빵성이 좋을 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 논문에서는 젖산균을 이용한 보리식빵을 제조하기 위하여 보리가루로부터 젖산균을 분리한 후 동정한 결과, *Enterococcus* sp. 균주로 동정되었다. 보리가루에서 분리한 *Enterococcus* sp., *Lactobacillus plantarum* 및 *Lactobacillus sanfrancisco*를 이용하여 sourdough starter를 제조하였으며 보리와 밀가루에 이 starter를 첨가하여 보리식빵반죽을 제조한 후, 젖산균의 종류에 따른 반죽물성을 알아본 결과는 *Lactobacillus sanfrancisco*로 제조된 반죽이 가장 제빵성이 좋을 것으로 생각된다.

1. 균주의 동정 : Bergey's manual of determinative of bacteriology(1994)과 비교해 보았을 때 *Enterococcus* sp.로 추정된다.
2. 균주의 pH와 산 생성량의 변화 : pH가 가장 빨리 떨어진 균주는 *L. sanfrancisco*였으며 다음으로 *Enterococcus* sp.와 *L. plantarum*의 순서였다. 균주의 산 생성량의 변화는 pH와 같은 경향을 나타내었다.
3. Farinograph에 의한 반죽 물성 변화 : Valorimeter value(v/v)의 경우 대조군에 비해 균주 첨가균은 중력분과 유사한 54정도였으며 반죽형성시간은 대조군의 경우 10.9분이었으나 균주가 첨가되면 1/2로 감소하였다. 세 균주중 *L. sanfrancisco* 첨가균의 반죽형성시간이 가장 길었다. 대조군에 비해 균주첨가

균의 안정도는 감소하지만 *L. sanfrancisco* 첨가균이 가장 안정도가 높았다.

4. Extensograph에 의한 발효 특성 변화 : 신장도와 저항도는 *L. sanfrancisco* 첨가균이 13.5로 중간값을 나타내었다. 따라서 적당한 신장도와 저항도를 가진 균주는 *L. sanfrancisco* 첨가균이었다. Ratio Figure(R/E)치는 *L. plantarum* 첨가균이 12.6으로 가장 낮았으며 *Enterococcus* sp. 첨가균이 가장 높았으며 *L. sanfrancisco* 첨가균은 중간값을 나타내었다.

■참고문헌

- 1) Pretice N, Babler S, Faber S, Enzymatic analysis of β -glucans in cereal grains, *Cereal Chem.*, 57: 198, 1980
- 2) Kim YY, Koo SJ, Anticomplementary Activity and Immune-Stimulating Effect of the Extracts from Barley (*Hordeum vulgare*), *Korean J. Soc. Food Sci.*, 13: 661, 1997
- 3) Autio K, Mylymaki O, Malkki Y, Flow properties of solutions of oat β -glucans, *J. Food Sci.*, 52: 1364, 1987
- 4) Capuccino JG, Sherman N, Bacterial strain, in a laboratory manual of microbiology, second edition, pp 19, The Benjamin-Cumming Publishing Co., Menlo Park, 1987
- 5) Hendrie E, Food and Microbiology, pp 5, McGraw-Hill. Inc., 1975
- 6) Thornley H, Fundamentals of Food Microbiology, pp 78, Washington D.C., 1990
- 7) Holding AJ, Collee JG, Rutine biochemical test, in Methods of Microbiology, pp 2, Academic press, London, 1972
- 8) Americal Association of cereal chemists, Approved Method 22~14 of the AACC, St. Paul, MN, 1962.
- 9) Medicalf DG, Gilles KA, Effect of lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches, *Stärke*, 4: 10, 1966
- 10) Martinez MA, Pitarch B, Bayarri P, 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, 1990
- 11) Bogcioglu MH, D'Appolonea BL, Characterization of durum wheat for breadmaking. I. Composition of chemical, rheological and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours, *Cereal Chem.*, 71: 21, 1994
- 12) Knuckles BE, Hudson CA, Chin MM, Sayre RN, Effects

- of β -glucan barley fractions in high-fiber bread and pasta, *Cereal Food World*, 42: 94 1997
- 13) Lindbory KH, Tragardh C, Eliasson AC, Dejmek P, Time-resolved shear viscosity of wheat flour doughs-Effect of mixing, shear rate and resting on the viscosity of doughs of different flours. *Cereal Chem.*, 74: 49, 1977
- 14) Pomeranz Y, Meyer D, Seibel W, Wheat-rye and rye dough and screening electron microscopy, *Cereal Chem.*, 61: 53, 1984
- 15) Schoch TJ, French D, Studies on bread staling. I. The role of starch, *Cereal Chem.*, 24: 231, 1966