

## 豆乳에 첨가된 유제품이 젖산균의 酸生成과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향

고 영 태

덕성여자대학교 식품영양학과

### Effects of Milk Products on Acid Production by Lactic Acid Bacteria in Soy Milk and Quality of Soy Yogurt

Young-Tae Ko

Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul

#### Abstract

Soy milk prepared from soy protein concentrate was added with each of four types of milk products. Acid production and growth of five species of lactic acid bacteria(LAB) in soy milk and sensory property of soy yogurt were investigated. Acid production by LAB increased in proportion to concentration of milk products added to soy milk. Among the four milk products tested, whey powder or skim milk powder stimulated acid production by LAB more than whole milk powder or modified milk powder. Stimulating effect by whey powder on acid production by LAB was greater than other milk products at low concentration. Acid production by LAB in soy milk added with glucose or milk products significantly increased during fermentation. Sensory property of soy yogurt added with whole milk powder or skim milk powder was better than that of reference (soy yogurt added with glucose) while sensory property of soy yogurt added with whey powder or modified milk powder was inferior to that of reference.

Key words: soy yogurt, milk products, lactic acid bacteria

#### 서 론

대두요구르트는 두유를 젖산균으로 발효시켜 대두의 영양가를 높이고 기호성을 향상시키기 위하여 시도된 것이다. 대두단백질이 우유의 카제인과 그 특성이 유사하므로 대두의 젖산균 발효는 매우 흥미있는 연구과제라고 하겠다. 그런데 젖산균은 그 起源이 대두가 아니기 때문에 두유에서 젖산균의 산생성은 우유에서보다 저조하여 두유에 각종 유제품(우유, 탈지유, 乳清 등)을 첨가함에 의하여 이와 같은 단점이 보완된다고 알려져 있다<sup>(1~19)</sup>. 이 가운데서 본 연구의 내용과 관련된 문헌을 살펴보면 다음과 같다.

李 등<sup>(1)</sup>은 두유, 우유 또는 혼합원료에 *L. casei*를 접종하여 산도의 변화를 관찰한 결과, 두유에 비하여 두유와 우유의 혼합은 젖산균의 산생성을 촉진시켰으며, 판능검사의 결과를 보면 우유 100%구가 가장 우수

하였고 우유 20% 및 50% 혼합구도 높은 기호성을 보였다고 보고하였다.

Angeles 와 Marth<sup>(2)</sup>는 13종의 젖산균(*Streptococcus* 4종, *Leuconostoc* 2종, *Pediococcus* 1종, *Lactobacillus* 6종)의 두유에서 산생성을 조사한 실험에서 유청분말(1%)의 첨가 효과를 관찰하였는데 유청분말 첨가로 *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. diacetilactis*, *L. casei* 또는 *L. helveticus*에 의한 산생성은 현저하게 촉진되었으나 나머지 8종에는 영향이 없었다고 보고하였다.

Kanda 등<sup>(3)</sup>은 두유에 *L. acidophilus* 두 strain을 접종하여 요구르트를 만드는 실험에서 첨가된 유청분말(0.5~4%)이 젖산균의 산생성과 요구르트의 조직감에 미치는 영향을 관찰하였는데, 유청분말 농도가 증가함에 따라 젖산균의 산생성은 증가하고 조직감은 부드러움(weak)에서 단단함(firm)으로 변하였는데 유청분말 농도가 4%에 이르자 두유를 살균했을 때 응고물이 발생하여 조직감이 오히려 불량하였다고 보고하였다.

金과 李<sup>(4)</sup>는 유청과 두유의 공동침전에 의해 치즈를

제조하기 위한 기초실험으로서 유청-두유 혼합액에서 6종의 젖산균(*Streptococcus* 3종, *Lactobacillus* 3종)의 생육 특성을 조사한 결과, 실험에서 사용된 모든 젖산균이 두유에서보다는 유청-두유 혼합액에서 더 많은 산을 생성하였고 이것은 특히 *S. lactis* 와 *S. cremoris*에서 현저하였다고 보고하였다.

柳 등<sup>(5-9)</sup>은 두유에서 젖산균(*Lactobacillus* 3종)과 효모(*Kluyveromyces* 1종, *Saccharomyces* 1종)을 각각 또는 혼합 배양하면서 탈지분유 첨가(0.5-3%)에 의한 산생성 촉진 효과를 관찰하였는데, 젖산균 단독 배양 또는 효모와의 혼합 배양의 경우 균주에 따라 차이가 있었으나 대체적으로 탈지분유 첨가농도 1.5-2% 까지는 산생성이 급격히 증가하였으며 그 이상의 농도에서는 아주 완만하게 증가하였다고 보고하였다.

이상의 문헌의 내용을 자세히 검토하여 보면 지금까지 보고된 연구는 두유에 우유, 탈지유 또는 유청 가운데 하나를 첨가하여 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질을 조사한 것임을 알 수 있다. 즉 지금까지 이루어진 연구에서는 두유에 첨가된 유제품이 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향이 단편적으로만 이루어져 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 이루어진 연구를 토대로 하되 실험 방법을 탈리하고 범위를 확대하여 새로운 연구를 실시하였다. 즉 두유에 4종의 유제품(전지분유, 탈지분유, 유청분말, 조제분유)을 여러 가지 농도로 가하고 5종의 젖산균(*Lactobacillus* 4종, *Leuconostoc* 1종)의 산생성과 생육을 관찰한 후에 유제품을 첨가하여 만든 대두요구르트의 관능성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 사용균주

*Lactobacillus bulgaricus* (AKU 1125), *L. casei* (IFO 3425), *Leuconostoc mesenteroides* (ATCC 9135), *L. delbrueckii* (IFO 3202), *L. lactis* (IFO 3734)의 5균주를 선택하여 사용하였으며 젖산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab.)를 사용하였다.

### 두유 및 대두요구르트의 제조

미국 ADM Foods의 농축대두단백(soy protein concentrate)<sup>(14)</sup>을 구입하여 고형분 함량이 4.5% (w/v)가 되도록 두유를 만들고 여기에 포도당 1% (w/v)

Table 1. Composition of various milk products

	Whole milk powder <sup>(15)</sup>	Skim milk powder <sup>(15)</sup>	Whey powder <sup>(16)</sup>	Modified milk powder <sup>(17)</sup>
Protein	25.5%	35.0%	13.0%	13.5%
Fat	27.5%	1.0%	ND <sup>a)</sup>	27.3%
Carbohydrate	38.0%	52.5%	65.0%	55.0%
Ash	6.0%	8.5%	8.0%	2.0%
Moisture	3.0%	3.0%	4.4%	2.2%
Lactic acid	ND	ND	2.0%	ND

<sup>a)</sup>ND: Not determined

또는 유제품 0.5-4.5% (w/v)를 가하였다. 유제품으로는 전지분유(서울우유), 탈지분유(서울우유), 유청분말(Sigma Chemical Co.), 조제분유(남양유업 s-100)를 사용하였다(Table 1). 이상과 같이 준비된 두유를 95°C의 水槽에서 20분간 가열처리한 후, 두유 100 ml에 MRS broth에서 24시간 배양한 젖산균 starter를 2.5% (v/v)의 비율로 접종하여 40°C의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

### 젖산균의 생육과 산생성량의 측정

두유에서 젖산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 배양이 완료된 대두요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 생균수, 산도, pH를 측정하였다. 생균수는 일정량의 시료를 취하여 멸균 peptone 수에 의한 10배 회석법으로 회석하여 TJA 배지(Difco Lab.)에서 40°C, 72시간 배양한 후 colony 수가 30-300 개가 나타나는 평판을 선택하여 산출하였다. 적정산도는 시료 10 ml을 취하여 2배로 회석시킨 후 0.1 N-NaOH로 적정하여 lactic acid(%)로 표시하였다. pH는 동우 메디칼시스템의 pH meter(Model DP-215)로 측정하였다.

### 대두젖산균음료의 제조 및 관능검사

*L. bulgaricus*를 접종하고 24시간 배양하여 얻은 커드상의 요구르트를 1.5배의 증류수로 회석하고, 자당(15%) 및 구연산(0.1%)를 혼합한 다음 충분히 교반하고 5°C의 냉장고에서 수시간 방냉하여 관능검사에 사용하였다. 관능검사의 방법은 前報<sup>(18)</sup>에 준하였으며, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 5회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 유제품 대신 포도당 1%를 첨가한 두유로 만든 대두젖산균음료를 사용하였다.

### 통계처리

실험결과의 통계처리는 분산분석(ANOVA)과 최소 유의차 검정<sup>(19)</sup>에 준하였다.

### 결과 및 고찰

#### 유제품의 첨가가 젖산균의 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 농축대두단백으로 만든 두유에 포도당 또는 여러 가지 유제품을 각각 첨가하여 젖산균의 산생성에 미치는 영향을 관찰하였다. Table 2에서 Titratable acidity(%)는 24시간 배양 후에 측정한 산도에서 접종 직후의 산도를 뺀 수치이다.

Table 2는 *L. bulgaricus*의 산생성을 보여주는데 포도당이나 유제품이 첨가되지 않은 경우(None) 24시간 배양해도 산생성이 전혀 없었으나 포도당 1%의 첨가로 산생성은 0.706%에 이르렀다. 유제품에 의한 산생성을 보면 첨가농도를 증가시킴에 따라 산생성은 점차로 증가하였는데 유제품 농도 2%까지는 유청분말 시료의 산생성이 가장 높았으며 탈지분유 시료가 그 다음이었고 전지분유 시료가 가장 낮은 수치를 보였다. 유제품 농도 3%와 4.5%에서는 탈지분유 시료의 산도가 가장 높았고 유청분말 시료가 그 다음이었다. 포도당

1% 시료와 비교하였을 때 전지분유 시료는 3% 농도에서 나머지 세 시료는 2% 농도에서 포도당 시료와 산도가 비슷하였다. 한편 pH를 보면 산도가 높은 유청분말 시료가 가장 낮았으며 산도가 낮은 전지분유 시료가 대체적으로 가장 높았다. 유제품 농도 3%와 4.5%를 비교했을 때 산도는 큰 차이를 보였으나 pH는 거의 차이가 없었다. 포도당 1% 시료와 산도가 비슷한 유제품 시료의 pH를 비교하면 유제품 시료의 pH가 더 높았다.

Table 3은 *L. casei*의 산생성을 보여주는데 *L. bulgaricus*의 경우와 마찬가지로 유제품 농도 2%까지는 유청분말 시료의 산생성이 가장 높았고 전지분유 시료가 가장 낮았으며, 3% 이상에서는 탈지분유 시료의 산도가 가장 높았다. 포도당 1% 시료와 비교해 보면, 전지분유의 경우를 제외하고는 유제품 농도 2%에서 포도당 시료보다 산도가 다소 높거나 비슷하였다. 한편 pH는 유청분말 시료가 가장 낮았으며 전지분유 시료가 대체적으로 가장 높았다. 유제품 농도를 3%에서 4.5%로 증가시켰을 때 산도는 현저하게 증가하였으나 pH는 거의 변화가 없었는데 이러한 경향은 *L. bulgaricus*의 경우와 일치하는 것이었다.

Table 4는 *Leuc. mesenteroides*의 산생성을 보여

Table 2. Effect of milk products on acid production by *L. bulgaricus* in soy milk

Additive <sup>a</sup>	Titratable acidity (%) <sup>b</sup>				pH <sup>c</sup>			
	WMP	SMP	WP	MMP	WMP	SMP	WP	MMP
None		0				6.29		
Glucose 1%		0.706 ± 0.008				3.81		
MP 0.5%	0.105 <sup>c</sup> ± 0.005	0.169 <sup>b</sup> ± 0.004	0.236 <sup>a</sup> ± 0.007	0.164 <sup>b</sup> ± 0.012	5.20	5.00	4.68	4.93
MP 1%	0.232 <sup>d</sup> ± 0.007	0.380 <sup>b</sup> ± 0.012	0.500 <sup>a</sup> ± 0.013	0.364 <sup>c</sup> ± 0.014	4.65	4.44	4.10	4.36
MP 2%	0.506 <sup>d</sup> ± 0.005	0.684 <sup>b</sup> ± 0.009	0.778 <sup>a</sup> ± 0.008	0.668 <sup>c</sup> ± 0.009	4.11	4.05	3.87	3.95
MP 3%	0.688 <sup>d</sup> ± 0.007	0.880 <sup>a</sup> ± 0.023	0.830 <sup>b</sup> ± 0.004	0.775 <sup>c</sup> ± 0.012	3.95	3.97	3.88	3.88
MP 4.5%	0.861 <sup>c</sup> ± 0.008	0.981 <sup>a</sup> ± 0.017	0.918 <sup>b</sup> ± 0.021	0.809 <sup>d</sup> ± 0.012	3.91	3.98	3.87	3.89

<sup>a</sup> WMP: whole milk powder, SMP: skim milk powder, WP: whey powder, MMP: modified milk powder

<sup>b</sup> % Titratable acidity as lactic acid. Values reported represent the difference between titratable acidity of an incubated sample and that of an identically treated, but unincubated sample.

Mean values and standard deviations of five replications.

Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

<sup>c</sup> Median values of five replications.

Table 3. Effect of milk products on acid production by *L. casei* in soy milk

Additive <sup>a)</sup>	Titratable acidity (%) <sup>b)</sup>				pH <sup>c)</sup>				
	Concentration	WMP	SMP	WP	MMP	WMP	SMP	WP	MMP
None		0				6.28			
Glucose 1%		0.538 ± 0.013				4.00			
MP 0.5%	0.086 <sup>c</sup> ± 0.010	0.147 <sup>b</sup> ± 0.011	0.218 <sup>a</sup> ± 0.004	0.144 <sup>b</sup> ± 0.006	5.33	5.09	4.71	4.92	
MP 1%	0.232 <sup>c</sup> ± 0.007	0.331 <sup>b</sup> ± 0.026	0.402 <sup>a</sup> ± 0.017	0.329 <sup>b</sup> ± 0.012	4.70	4.51	4.20	4.43	
MP 2%	0.438 <sup>d</sup> ± 0.007	0.592 <sup>b</sup> ± 0.007	0.616 <sup>a</sup> ± 0.027	0.541 <sup>c</sup> ± 0.005	4.28	4.16	3.97	4.11	
MP 3%	0.598 <sup>d</sup> ± 0.012	0.781 <sup>a</sup> ± 0.024	0.715 <sup>b</sup> ± 0.008	0.651 <sup>c</sup> ± 0.007	4.07	4.07	3.96	4.00	
MP 4.5%	0.760 <sup>b</sup> ± 0.010	0.907 <sup>a</sup> ± 0.016	0.763 <sup>b</sup> ± 0.007	0.703 <sup>c</sup> ± 0.006	4.05	4.07	3.95	3.99	

<sup>a), b), c)</sup> See footnote in Table 2.Table 4. Effect of milk products on acid production by *Leuc. mesenteroides* in soy milk

Additive <sup>a)</sup>	Titratable acidity (%) <sup>b)</sup>				pH <sup>c)</sup>				
	Concentration	WMP	SMP	WP	MMP	WMP	SMP	WP	MMP
None		0				6.06			
Glucose 1%		0.700 ± 0.006				3.86			
MP 0.5%	0.118 <sup>d</sup> ± 0.002	0.184 <sup>b</sup> ± 0.008	0.245 <sup>a</sup> ± 0.004	0.160 <sup>c</sup> ± 0.004	5.20	4.95	4.63	4.89	
MP 1%	0.276 <sup>d</sup> ± 0.008	0.404 <sup>b</sup> ± 0.009	0.554 <sup>a</sup> ± 0.000	0.380 <sup>c</sup> ± 0.007	4.64	4.40	4.03	4.27	
MP 2%	0.583 <sup>d</sup> ± 0.014	0.689 <sup>b</sup> ± 0.018	0.761 <sup>a</sup> ± 0.021	0.637 <sup>c</sup> ± 0.012	4.10	4.08	3.85	3.91	
MP 3%	0.759 <sup>c</sup> ± 0.011	0.871 <sup>a</sup> ± 0.014	0.823 <sup>b</sup> ± 0.031	0.690 <sup>c</sup> ± 0.010	4.01	4.00	3.87	3.96	
MP 4.5%	0.914 <sup>b</sup> ± 0.012	1.005 <sup>a</sup> ± 0.013	0.895 <sup>c</sup> ± 0.008	0.712 <sup>d</sup> ± 0.008	3.94	3.97	3.87	3.98	

<sup>a), b), c)</sup> See footnote in Table 2.

주는데 유청분말이나 탈지분유 시료가 높은 산생성을 보였고 전지분유나 조제분유 시료는 비교적 낮은 산생성을 보였다. pH는 산도가 비교적 높은 유청분말 시료가 가장 낮았으며 산도가 비교적 낮은 전지분유 시료가 가장 높았다. 이와 같은 결과는 *L. bulgaricus* 또는 *L. casei*의 결과와 매우 유사한 것이었다.

Table 5는 *L. delbrueckii*의 산생성을 보여주는데 앞에서 언급한 세 균주의 경우와 그 경향이 대체로 유사하였다. 즉, 유청분말이나 탈지분유 시료가 비교적

높은 산생성을 보인 반면, 전지분유나 조제분유 시료는 비교적 낮은 산생성을 보였다. 포도당 1% 시료와 산생성이 비슷한 유제품 농도는 조제분유 시료를 제외하고는 2%였다. pH는 산도와 경향이 유사하여 유청분말 시료의 pH가 가장 낮고 전지분유 시료의 pH가 가장 높았다.

Table 6은 *L. lactis*의 산생성을 보여주는데 앞에서 언급한 네 균주의 경향이 다소 달랐다. 즉, 포도당이나 유제품이 첨가되지 않은 경우(None) 24시간 배양으로

Table 5. Effect of milk products on acid production by *L. delbrueckii* in soy milk

Additive <sup>a)</sup> Concentration	Titratable acidity (%) <sup>b)</sup>				pH <sup>c)</sup>			
	WMP	SMP	WP	MMP	WMP	SMP	WP	MMP
None		0				6.31		
Glucose 1%		0.377 ± 0.004				4.31		
MP 0.5%	0.097 <sup>d</sup> ± 0.007	0.128 <sup>c</sup> ± 0.007	0.193 <sup>a</sup> ± 0.010	0.144 <sup>b</sup> ± 0.006	5.21	5.03	4.81	4.94
MP 1%	0.196 <sup>d</sup> ± 0.004	0.254 <sup>b</sup> ± 0.012	0.302 <sup>a</sup> ± 0.011	0.229 <sup>c</sup> ± 0.012	4.94	4.75	4.50	4.75
MP 2%	0.349 <sup>b</sup> ± 0.009	0.401 <sup>a</sup> ± 0.017	0.401 <sup>a</sup> ± 0.017	0.325 <sup>c</sup> ± 0.016	4.61	4.50	4.35	4.44
MP 3%	0.419 <sup>b</sup> ± 0.010	0.484 <sup>a</sup> ± 0.007	0.470 <sup>a</sup> ± 0.004	0.357 <sup>c</sup> ± 0.017	4.46	4.42	4.29	4.43
MP 4.5%	0.551 <sup>b</sup> ± 0.012	0.644 <sup>a</sup> ± 0.009	0.536 <sup>c</sup> ± 0.014	0.374 <sup>d</sup> ± 0.007	4.44	4.38	4.30	4.47

a), b), c) See footnote in Table 2.

Table 6. Effect of milk products on acid production by *L. lactis* in soy milk

Additive <sup>a)</sup> Concentration	Titratable acidity (%) <sup>b)</sup>				pH <sup>c)</sup>			
	WMP	SMP	WP	MMP	WMP	SMP	WP	MMP
None		0.012 ± 0.001				6.18		
Glucose 1%		0.129 ± 0.004				5.25		
MP 0.5%	0.122 <sup>b</sup> ± 0.000	0.127 <sup>b</sup> ± 0.008	0.146 <sup>a</sup> ± 0.005	0.144 <sup>a</sup> ± 0.005	5.30	5.30	5.11	5.15
MP 1%	0.176 <sup>d</sup> ± 0.000	0.206 <sup>c</sup> ± 0.008	0.243 <sup>a</sup> ± 0.005	0.214 <sup>b</sup> ± 0.007	5.17	5.01	4.78	4.86
MP 2%	0.274 <sup>b</sup> ± 0.005	0.302 <sup>a</sup> ± 0.006	0.302 <sup>a</sup> ± 0.008	0.311 <sup>a</sup> ± 0.013	4.82	4.80	4.64	4.58
MP 3%	0.332 <sup>b</sup> ± 0.014	0.368 <sup>a</sup> ± 0.008	0.339 <sup>b</sup> ± 0.004	0.331 <sup>b</sup> ± 0.011	4.69	4.74	4.57	4.53
MP 4.5%	0.394 <sup>a</sup> ± 0.009	0.401 <sup>a</sup> ± 0.013	0.374 <sup>b</sup> ± 0.012	0.355 <sup>c</sup> ± 0.011	4.69	4.74	4.56	4.52

a), b), c) See footnote in Table 2.

약간의 산이 생성되었으며, 포도당 1% 첨가로 젖산균의 산생성은 0.129% 밖에 되지 않았으나 유제품 0.5% 첨가로 포도당 1% 첨가와 같은 효과가 있었으며 유제품 농도를 증가시킴에 따라 산생성이 현저하게 증가하였다. 유제품 농도 3%까지는 전지분유 시료의 산생성이 다른 시료보다 다소 낮은 경향을 보였다. pH는 다른 균주의 경우와 마찬가지로 유청분말이나 조제분유 시료가 다소 낮은 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 두유에 첨가된 유제품 가운데 유청분말이나 탈지분유가 전지분유나 조제분유보다 젖산균의 산생성을 촉진시키는 것으로 나타났다. 특히 유청분말은 유제품의 첨가농도가 낮을 때 산생성 촉진효과가 높았으며, 전지분유는 산생성 촉진 효과가 유제품 가운데 대체적으로 가장 낮았다. 유청분말은 젖산균의 산생성과 직접 관계가 있는 유당의 함량이 다른 유제품보다 높고(Table 1 참조), 젖산균의 발육을 촉

진시킬 수 있는 유리 아미노산, peptides 등이 높은 농도로 함유되어 있어<sup>(20)</sup> 산생성을 촉진시킨 것으로 생각된다. 전지분유는 유당의 함량이 다른 유제품보다 낮으므로 산생성 촉진효과가 비교적 저조했던 것으로 생각된다.

*L. lactis*의 경우를 제외하고는 유제품 농도 2-3% 시료가 포도당 1% 시료와 산도가 비슷하였는데 그 이유는 유제품 2-3% 중에 들어 있는 유당의 농도가 포도당 1%에 가깝기 때문이라고 판단된다. *L. lactis*의 경우는 포도당보다 유당에 의해서 또는 우유에 함유된 다른 성분에 의해서 산생성이 촉진되는 것으로 생각된다.

유청분말 시료의 pH가 다른 유제품 시료의 pH보다 낮은 이유는 본 실험에서 사용된 유청분말 속에 젖산이 상당량 들어있고(Table 1 참조), 유청분말의 첨가로 다른 시료보다 산생성이 보다 더 증가했기 때문이라고 생각된다. 유제품 농도를 3%에서 4.5%로 증가시킨 경우 산도는 현저하게 증가하였으나 pH가 큰 차

이가 없는 이유는 유제품 중에 들어 있는 단백질, 인산염 등에 의한 완충작용에 기인하는 것으로 해석된다.

季 등<sup>(1)</sup>은 두유에 비하여 두유와 우유의 혼합은 *L. casei*의 산생성을 촉진시켰다고 보고하였고, Kanda 등<sup>(3)</sup>은 두유에 첨가된 유청분말을 0.5%에서 4%로 증가시킴에 따라 *L. acidophilus*에 의한 산생성이 점차로 증가하였다고 보고한 바 있으며, 金과 季<sup>(4)</sup>는 6종의 젖산균(*Streptococcus* 3종, *Lactobacillus* 3종)이 두유에서보다 유청-두유 혼합액에서 더 많은 산을 생성했다고 보고하였는데 이들의 연구 결과는 본 연구의 결과와 그 경향이 대체로 일치한다고 볼 수 있다.

한편 Angeles와 Marth<sup>(2)</sup>는 13종의 젖산균의 두유에서 산생성을 조사한 실험에서 유청분말(1%)의 첨가효과를 관찰하였는데 유청분말의 첨가로 5종의 젖산균의 산생성은 현저하게 촉진되었으나 나머지 8종에는 영향이 없었다고 보고한 바 있다. 著者는 본 논문에 발표된 5종의 젖산균을 포함하여 10종의 젖산균에 대하여

Table 7. Changes in acid production and growth of *L. bulgaricus* in soy milk during fermentation

Additive <sup>a)</sup>		Incubation time (hr)					
		0	6	12	18	24	30
Glucose	1%	0	0.135 <sup>a</sup> ± 0.000	0.429 <sup>a</sup> + 0.005	0.597 <sup>b</sup> ± 0.014	0.630 <sup>b</sup> ± 0.000	0.765 <sup>b</sup> ± 0.009
WMP	2%	0	0.014 <sup>c</sup> ± 0.005	0.228 <sup>d</sup> + 0.014	0.438 <sup>d</sup> + 0.011	0.498 <sup>e</sup> ± 0.005	0.543 <sup>e</sup> ± 0.005
Titratable acidity(%) <sup>b)</sup>	SMP	2%	0	0.015 <sup>c</sup> ± 0.005	0.270 <sup>c</sup> ± 0.000	0.543 <sup>c</sup> ± 0.005	0.660 <sup>c</sup> ± 0.014
	WP	2%	0	0.030 <sup>b</sup> ± 0.005	0.300 <sup>b</sup> + 0.014	0.627 <sup>a</sup> ± 0.005	0.768 <sup>a</sup> ± 0.005
	MMP	2%	0	0.015 <sup>c</sup> ± 0.005	0.264 <sup>c</sup> ± 0.005	0.528 <sup>c</sup> ± 0.005	0.636 <sup>d</sup> ± 0.011
pH <sup>c)</sup>	Glucone	1%	6.39	5.37	4.22	4.00	3.90
	WMP	2%	6.41	6.19	4.87	4.33	4.20
	SMP	2%	6.56	6.33	4.80	4.24	4.03
	WP	2%	6.37	5.94	4.52	4.05	3.85
	MMP	2%	6.50	6.09	4.59	4.12	3.94
Viable cell count <sup>d)</sup> (CFU/ml)	Glucone	1%	$3.1 \times 10^7$	$1.4 \times 10^8$	$5.3 \times 10^8$	$1.1 \times 10^9$	$1.6 \times 10^9$
	WMP	2%	$3.7 \times 10^7$	$1.1 \times 10^8$	$3.7 \times 10^8$	$2.2 \times 10^9$	$3.3 \times 10^9$
	SMP	2%	$3.1 \times 10^7$	$1.2 \times 10^8$	$6.3 \times 10^8$	$2.9 \times 10^9$	$2.2 \times 10^9$
	WP	2%	$3.4 \times 10^7$	$1.6 \times 10^8$	$7.4 \times 10^8$	$2.9 \times 10^9$	$3.5 \times 10^9$
	MMP	2%	$3.6 \times 10^7$	$1.2 \times 10^8$	$5.9 \times 10^8$	$1.6 \times 10^9$	$1.7 \times 10^9$

a) See footnote in Table 2.

b) % TA as lactic acid: Values reported represent the difference between titratable acidity of an incubated sample and that of an identically treated, but unincubated sample.

Mean values and standard deviations of three replications

Any two means in a column not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

c) Median values of three replications

d) Mean values of three replications.

유제품이 첨가된 두유에서 산생성을 조사하였는데 본 논문에 발표된 5종의 젖산균을 제외한 나머지 5종은 두유에 포도당을 첨가했을 때는 산생성이 우수하였으나 유제품의 첨가로는 산생성 촉진 효과가 보이지 않았다. 이들은 아마도 유제품이 아닌 다른 곳에서 起源된 젖산균으로 생각된다.

#### 젖산균의 산생성과 생육의 經時的인 변화

본 실험에서는 포도당 1% 또는 유제품 2%를 첨가한 두유에서 *L. bulgaricus*를 48시간 동안 배양하면서 산생성과 생균수의 변화를 관찰하였다. 먼저 산생성을 보면(Table 7), 포도당이나 유제품 시료 어느 경우나 배양 시간이 경과함에 따라 산생성은 현저하게 증가하였는데 배양 초기부터 12시간까지는 포도당 시료의 산생성이 가장 높았으나 18시간 이후에는 유청분말 시료의 산생성이 가장 높았으며 포도당 시료가 그 다음이었다. 전지분유 시료는 전 실험 기간에 걸쳐서 산생성이 가장 낮았다. pH의 변화를 보면 6시간 이후에는 산도가 높은 포도당 시료와 유청분말 시료의 pH가 비교적 낮았으며 산도가 낮은 전지분유 시료의 pH가 비교적 높았다.

생균수의 변화를 보면(Table 7), 접종 직후의 생균수는 모든 시료에서 차이가 없었으나 30시간 이후부터는 포도당 시료의 생균수가 유제품 시료보다 낮은 경향을 보였다. 본 실험에서 *L. bulgaricus*의 생육단계를 보면 모든 시료에서 18시간 이전에 대수기가 완료되었고 대부분의 시료에서 48시간 이전에 정지기가 완료되고 사멸기에 들어서 있는 것으로 판단된다.

유제품 첨가 시료 가운데 6시간 이후부터 유청분말 시료의 산생성이 가장 높고 전지분유 시료의 산생성이 가장 낮은 것은 Table 2에서 Table 6의 결과와도 대

체로 일치하는 경향이다. 포도당 시료의 생균수가 30시간 이후부터는 유제품 시료보다 낮은 이유는 포도당 시료의 경우 배양 초기의 산도가 높고 pH가 낮으므로 생균이 다른 시료보다 먼저 저해를 받은 것으로 생각된다.

#### 유제품의 첨가가 대두젖산균음료의 香味에 미치는 영향

본 실험에서는 포도당 1% 또는 유제품 2%를 첨가한 두유에 *L. bulgaricus*를 접종하고 24시간 배양하여 얻은 커드상의 요구르트로부터 액상의 젖산균음료를 제조하여 관능검사를 실시하였다.

먼저 전체적인 기호도(overall acceptability)를 보면(Table 8), 전지분유 시료와 탈지분유 시료의 香味는 표준시료(포도당 첨가 시료)보다 우수하였으나 유청분말 시료와 조제분유 시료의 香味는 표준시료보다 저조하였다. 맛(taste)도 전체적인 기호도와 유사한 경향을 보였으나 조직감(texture)은 표준시료와 유제품 첨가 시료 사이에 거의 차이가 없었다. 대두젖산균음료의 전체적인 기호도는 맛에 의해서 큰 영향을 받기 때문에 전체적인 기호도와 맛이 같은 경향을 보인 것으로 판단된다. 전지분유 시료의 香味가 탈지분유 시료의 香味보다 우수한 이유는 전지분유에 들어 있는 유지방의 영향으로 생각되며, 유청분말 시료의 경우는 유청분말 자체의 강한 鹽味와 유청분말 시료의 높은 산도에 의한 강한 酸味 때문에 관능성이 저하된 것으로 생각된다. 조제분유 시료의 경우는 첨가되어 있는 L-cystine 등이 발효에 의하여 異臭를 생성하여 관능성을 저하시킨 것으로 판단된다.

季 등<sup>(1)</sup>은 우유, 두유 또는 혼합 원료에 *L. casei*를 접종하여 만든 요구르트의 관능검사 결과 우유 100% 시료가 가장 우수하였고 우유 20% 및 50% 혼합 시료

Table 8. Effect of milk products on flavor of soy yogurt beverage<sup>a)</sup>

	Additive <sup>b)</sup>				
	WMP	SMP	R	WP	MMP
Overall acceptability	6.19 <sup>a</sup> ± 0.40	5.42 <sup>b</sup> ± 0.76	4.96 <sup>c</sup> ± 0.20	4.08 <sup>d</sup> ± 0.39	3.92 <sup>d</sup> ± 0.89
Taste	6.00 <sup>a</sup> ± 0.28	5.27 <sup>b</sup> ± 0.72	5.00 <sup>b</sup> ± 0.28	4.27 <sup>c</sup> ± 0.53	4.04 <sup>c</sup> ± 0.60
Texture	5.19 <sup>a</sup> ± 0.69	4.85 <sup>a</sup> ± 0.61	5.00 <sup>a</sup> ± 0.00	4.85 <sup>a</sup> ± 0.92	4.85 <sup>a</sup> ± 0.46

<sup>a)</sup>Sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. bulgaricus* for 24 hours.

Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

The scores were assigned numerical values 1 to 9 with "no difference between sample and reference" equaling 5, "extremely better than reference" equaling 9 and "extremely inferior to reference" equaling 1.

<sup>b)</sup>See footnote in Table 2. Reference: Glucose 1%

도 두유 100% 시료보다는 우수하다고 보고한 바 있다. 죽 등<sup>(1)</sup>의 연구 방법과 본 연구의 방법이 다르기 때문에 그대로 비교할 수는 없으나 본 연구에서 표준시료보다 전지분유 또는 탈지분유 시료의 관능성이 우수하다는 사실로부터 두 연구의 경향이 대체로 일치한다고 볼 수 있겠다.

## 요 약

본 연구에서는 농축대두단백으로 만든 두유에 4종의 유제품을 여러 가지 농도로 가하고 5종의 젖산균 (*Lactobacillus* 4종, *Leuconostoc* 1종)의 산생성과 생육을 관찰한 후에 유제품을 첨가하여 만든 대두요구르트의 관능성을 조사하였다. 두유에 첨가된 유제품의 농도를 증가시킴에 따라 젖산균의 산생성은 점차로 증가하였으며, 첨가된 유제품 가운데 유청분말이나 탈지분유가 전지분유나 조제분유보다 젖산균의 산생성을 촉진 시켰다. 특히 유청분말은 유제품의 첨가농도가 낮을 때 산생성 촉진효과가 높았으며, 전지분유는 산생성 촉진 효과가 유제품 가운데 가장 낮았다. 젖산균 산생성의 경時的인 변화를 보면 표준시료(포도당 첨가 시료)나 유제품 첨가 시료 어느 경우나 배양시간이 경과함에 따라 산생성은 현저하게 증가하였다. 배양 초기부터 12시간까지는 포도당 시료의 산생성이 가장 높았으나 18시간 이후에는 유청분말 시료의 산생성이 가장 높았다. 전지분유 시료는 전 실험 기간에 걸쳐서 산생성이 가장 낮았다. 대두요구르트의 관능성을 보면 전지분유 시료와 탈지분유 시료의 香味는 표준시료(포도당 첨가 시료)보다 우수하였으나 유청분말 시료와 조제분유 시료의 香味는 표준시료보다 저조하였다.

## 감사의 말

본 연구는 1989년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 이루어진 연구로 한국학술진흥재단에 깊은 謝意를 드리는 바입니다.

## 문 헌

1. 이재성, 한판주, 서기봉 : 두유를 이용한 변형요구르트의 제조에 관한 연구, 한국식품과학회지, 4, 194 (1972)
2. Angeles, A. and Marth, E. : Growth and activity of

lactic acid bacteria in soy milk, part 1. Growth and acid production, *J. Milk and Food Technol.*, 34, 30 (1971)

3. Kanda, H., Wang, H., Hesseltine, C. and Warner, K. : Yogurt production by *Lactobacillus* fermentation of soybean milk, *Process Biochem.*, 11(5), 23 (1976)
4. 김정환, 이형주 : 유청과 두유 혼합액에서의 유산균 생육 특성, 한국식품과학회지, 16, 285 (1984)
5. 유주현, 류인덕, 박정길, 공인수 : *Lactobacillus acidophilus* 와 *Kluyveromyces fragilis* 의 혼합배양에 의한 대두유의 젖산발효, 산업미생물학회지, 15, 162 (1987)
6. 유주현, 류인덕, 박정길, 공인수 : *Lactobacillus bulgaricus* 와 *Kluyveromyces fragilis* 의 혼합배양에 의한 두유의 젖산발효, 한국식품과학회지, 19, 263 (1987)
7. 유주현, 오두환, 공인수, 박영서, 임홍철 : 대두유에서의 *Lactobacillus acidophilus* 와 *Saccharomyces cerevisiae* 의 혼합배양에 관한 연구, 산업미생물학회지, 16, 131 (1988)
8. 유주현, 류인덕, 박정길, 임홍철 : *Lactobacillus casei* IFO3012 와 *Kluyveromyces fragilis* KFCC35485의 혼합배양에 의한 두유의 젖산발효, 한국식품과학회지, 20, 518 (1988)
9. 공인수, 이정수, 정용준, 류인덕, 오두환, 유주현 : 두유에서 *Saccharomyces uvarum* 과 *Lactobacillus acidophilus* 의 혼합배양, 한국식품과학회지, 19, 355 (1987)
10. Andrès, C. : Fermented and enzyme treated food products, *Food Processing*, 39(11), 67 (1978)
11. Kolar, C.W., Cho, I.C. and Watrous, W.L. : Vegetable protein application in yogurt, coffee creamers and whip toppings, *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, 56, 389 (1979)
12. Yamanaka, Y. and Furukawa, N. : Studies on utilization of soybean protein for food manufacturing, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 17, 456 (1970)
13. 이호 : 두유와 탈지두유를 이용한 유산균 음료 제조에 관한 연구, 고려대학교 대학원 석사학위 논문 (1980)
14. ADM Foods : Composition of Soy Protein Concentrate, ADM Foods, Decatur, Ill. (1982)
15. 서울우유협동조합 : 제품설명서, 서울우유협동조합, 서울 (1989)
16. Sigma Chemical Company : Sigma Catalog, Sigma Chemical Company, Saint Louis, Missouri (1989)
17. 남양유업주식회사 : 제품설명서, 남양유업주식회사, 서울 (1989)

18. 고영태 : 미생물 Protease 또는 Papain으로 처리된 두유에서 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 제조, 한국식품과학회지, 21, 379(1989)
19. 조재영, 정권렬 : 실험통계분석법, 향문사, p.84, p.97
- (1989)
20. Kosikowski, F. : *Cheese and Fermented Milk Foods*, Edwards Brothers, Inc., Michigan, p.449(1977)
- 
- (1990년 1월 12일 접수)