

두유와 현미를 첨가한 요구르트의 제조 및 특성

전기숙 · 김연중 · 박신인
경원대학교 식품영양학과

Preparation and Characteristics of Yogurt from Milk Added with Soy Milk and Brown Rice

Ki-Suk Jeoun, Youn-Jung Kim and Shin-In Park

Department of Food & Nutrition, Kyungwon University, Songnam

Abstract

New type yogurts were prepared by fermenting whole milk containing soy milk and/or brown rice with single or mixed culture of 4 types of lactic acid bacteria (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus thermophilus*). The curd yogurts were evaluated by acid production (pH, titratable acidity), number of viable cell, keeping quality and sensory property. Addition of soy milk and brown rice markedly stimulated the acid production and propagation of lactic acid bacteria, and slightly increased the Brix degree. Among the organisms tested, the mixed culture of *Leuconostoc mesenteroides* and *Streptococcus thermophilus* produced the highest amount of acid, and that of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus acidophilus* showed the highest number of viable cell counts. When curd yogurt added with soy milk and brown rice was kept at 3°C for 15 days, its keeping quality was relatively good. The sensory evaluation showed that the curd yogurt containing soy milk and brown rice slightly reduced the texture property and overall acceptability comparing with milk yogurt.

Key words: curd yogurt, soy milk, brown rice, lactic acid bacteria

서 론

요구르트는 전유 또는 건조가공품을 젖산균 또는 효모로 발효시켜 산미와 향미를 강화시킨 것으로 주원료인 우유 성분 이외에 젖산균의 작용에 의한 유효성분(lactate, peptone, peptide, 미량활성물질)의 생성, 젖산균 균체 성분, 그리고 젖산균의 장내증식에 의한 정장작용 등 식품 및 영양학적으로 우수한 식품이다. 우리나라에서는 1970년대 초에 액상 요구르트가 시판되기 시작하여 최근에는 발효유 생산량이 크게 증가하여 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보이고 있다. 수년 전 부터는 액상 요구르트보다 유고형분 함량과 젖산균수가 많은 curd상 요구르트(호상요구르트 또는 농후발효유)가 판매되기 시작하였으며 수요가 계속 증가하고 있다⁽¹⁻⁵⁾.

우리 나라의 식품 성분 규격에 따르면 curd상 요구르트의 무지유고형분(milk solids-not fat)함량은 8% 이상으로 액상 요구르트(발효유)의 3% 이상과 비교했을 때

매우 높다. 이런 curd상 요구르트의 유고형분 함량을 높이기 위하여 일반적으로 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되고 있다. 일반적으로 우리 나라 유업 회사에서는 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하여 요구르트의 유고형분 함량을 높이고 있다⁽⁶⁻⁸⁾. 현재 우유에 유고형분 이외의 성분을 첨가한 새로운 형태의 요구르트 제조에 관한 연구가 진행되고 있으며, 특히 대두 단백질과 곡류를 이용한 요구르트의 개발이 활발히 이루어지고 있다⁽⁶⁻¹⁷⁾.

대두는 높은 수확율, 저렴한 가격, 우수한 영양가와 소화흡수율로 인해 동물성 단백질의 섭취가 제한되어 있는 한국인의 식생활에서 중요한 단백질원으로 이용되어 왔다. 그러나 대두는 특유의 불쾌취(bean flavor)가 발생하고, 비소화성인 galacto-oligosaccharides에 의한 팽만감 현상 때문에 그 이용에 제한을 받고 있다. 이러한 점을 개선하기 위하여 두유를 젖산균으로 발효시켜 대두의 영양가를 높이고 기호성을 향상시키기 위하여 시도된 것이 대두 요구르트(soy yogurt)이다. 한국인의 구미에 맞는 대두 요구르트가 개발된다면 가격면에서 milk yogurt보다 저렴하고 풍미와 영양면에서 현재 많이 이용되고 있는 두유(soy milk)보다 우수한 것이다⁽¹⁸⁻²⁴⁾. 곡류의 첨가는 요구르트의 고형분 함량의 증가, 아미노산

Corresponding author: Shin-In Park, Department of Food & Nutrition, Kyungwon University, San 65, Pokjong-dong, Sujong-gu, Songnam, Kyongki-do 461-701, Korea

함량 증가와 비타민 함량의 증가 효과 이외에도 산생성력을 월등히 증가시키며, 특히 현미의 첨가는 이런 효과들을 증대시킬 수 있다^(4,8,25).

따라서 본 연구에서는 두유와 현미를 이용하여 대두 단백질의 제한된 기능성과 낮은 선호도를 개선하고, curd상 요구르트의 점도를 높이며, 유청의 분리를 억제하여 제품의 관능성을 개선하고자 우유에 두유와 현미를 각각 또는 혼합 첨가하고 4종(*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus thermophilus*)의 젖산균을 단독 또는 혼합 접종 배양하여 curd상 요구르트를 제조한 후, 두유와 현미의 첨가가 젖산균의 산생성, pH, 생균수, 당도 및 요구르트의 품질(관능성 및 저장성)에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

매일우유(매일유업, 경기도 평택군 진위면 소재 중부공장)의 시유(전지 우유)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였으며, 두유(베지밀 A, 정식품)와 현미(100% 현미가루, 태광식품)를 각각 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 우유와 두유의 일반 성분은 Model Dairy Lab 2.(Multispec Ltd. England)에 의해 측정되었으며, 이들의 분석 결과는 Table 1과 같다.

사용 균주

요구르트의 제조를 위해 사용된 균주는 *Lactobacillus acidophilus*(SKD 0010), *Lactobacillus bulgaricus*(SKD 0001), *Leuconostoc mesenteroides*(SKD 1022), *Streptococcus thermophilus*(SKD 1005)의 4종의 균주를 선택하여 단독 또는 혼합 배양하였으며, 혼합균주는 *Lac. acidophilus*와 *Leu. mesenteroides*, *Lac. acidophilus*와 *Str. thermophilus*, *Lac. bulgaricus*와 *Leu. mesenteroides*, *Lac. bulgaricus*와 *Str. thermophilus*, *Leu. mesenteroides*와 *Str. thermophilus*를 동등한 비율로 혼합하였다. 균주는 10%(w/v) 환원 탈지유 배지(Difco, Bacto skim milk, dehydrated)에서 2회 계대 배양하여 사용하였다.

요구르트의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나(대조군으로 함), 고형분 함량을 증가시키기 위하여 두유를 첨가한 경우에는

33.33%, 현미를 첨가한 경우에는 2.00%, 그리고 두유와 현미를 함께 첨가한 경우에는 각각 2.25%와 0.75%를 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 준비된 기질은 110°C로 autoclave에서 20분간 가열처리하여 살균한 후 40°C로 식히고 환원 탈지유 배지에서 배양한 젖산균 배양액을 3%(v/v) 비율로 접종하여 37°C에서 24시간 동안 발효하였다.

생균수 측정

젖산균의 생육 측정은 발효 중 요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 BCP agar를 이용한 plate count법으로 37°C에서 24시간 동안 배양한 후에 나타난 colony수를 측정 비교하였다⁽²⁷⁾.

산생성량 및 당도 측정

적정 산도는 시료 5 ml를 취하여 2배로 희석한 후 0.1 N NaOH로 적정하여 lactic acid(%)로 표시하였다. pH는 pH meter(Hanna 8519, HI 1332)로 측정하였고, 당도는 Brix meter(Atago hand refractometer, N1)로 측정하였다.

요구르트의 저장성 시험

발효가 완료된 각각의 curd상 요구르트를 밀폐시킨 후 3°C 냉장고에 보관하여 3일 간격으로 생균수, 적정 산도, pH, 당도를 측정하였고 향미도 관찰하였다.

요구르트의 관능 검사

발효가 완료된 요구르트를 충분히 교반한 후 3°C 냉장고에서 수시간 방냉하고, 요구르트의 20%(w/v)에 상당하는 딸기잼(오뚜기 식품)을 가한 요구르트와 가하지 않은 요구르트를 시료로 사용하였다. 관능적 평가는 경원대학교 식품영양학과 재학생을 대상으로 4종류의 시료를 제시하여 평점법으로 평가하였다⁽²⁸⁾. 색(color), 향기(odor), 맛(taste), 조직감(mouth feel), 전체적인 기호도(overall acceptability) 등 5개의 항목으로 구성된 score sheet에 1점에서 6점으로 표시하도록 하였다. 색은 흰색(1점)에서 연한 노란색(6점)으로 표시하도록 하였다. 향기는 알코올 발효취(1점)에서 고소한 향(6점)으로 평가하도록 하였고, 맛은 나쁜 산미(1점)에서 좋은 산미(6점)로 평가하도록 하였다. 또한 조직감은 부드럽다(1점)에서 거칠다(6점)로 평가하도록 하였으며, 전체적인 기

Table 1. Composition of milk, soy milk, and brown rice

Material	Composition (%)				
	Moisture	Protein	Fat	Carbohydrate	Total Solid
Milk	88.60	2.92	3.45	4.46	11.40
Soy milk	89.30	3.64	3.15	3.30	10.70
Brown rice ¹⁾	11.00	7.20	2.50	7.60	89.00

¹⁾Cited from 'Food composition table' (1991)⁽²⁶⁾

호도는 매우 싫다(1점)에서 매우 좋다(6점)로 평가하도록 하였다.

자료의 처리 및 분석

실험의 결과는 SAS package를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 최소유의차 검정(LSD)으로 통계처리하였다(29).

결과 및 고찰

발효 중 pH와 적정 산도의 변화

두유 또는 현미를 우유에 첨가하고 젖산균을 단독 또는 혼합 접종하여 37°C 에서 24시간 동안 배양하면서 pH와 적정 산도의 변화를 경시적으로 측정된 결과를 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다.

pH 변화는 모든 균이 접종 후 12시간까지 급격히 떨어지다가 그 후에는 완만히 저하하였으며, 시험구간에는 두유와 현미 첨가군이 대조군에 비하여 발효 초기의 pH 저하가 심하였고, 24시간 발효 후에는 가장 낮은 pH를 나타내었다. 적정 산도는 대체적으로 pH 변화와 유사한 경향으로 시험구간에는 두유와 현미 첨가군이 대조군에 비하여 24시간 발효 후 산 생성이 높았다. 두유와 현미를 첨가하여 발효시킨 요구르트의 경우 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Streptococcus thermophilus*를 혼합

배양하였을때 산생성이 가장 높게 나타나 산도가 2.268%, pH가 4.2이었다.

이상의 결과로 우유에 두유나 현미를 첨가하는 것이 젖산균의 산생성을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었으며, 이와 같은 결과는 다른 연구 보고에서도 나타난 바 있다(6,7). 대조군보다 두유나 현미를 첨가한 균들의 산생성이 높은 이유는 젖산균은 제한된 생합성 능력만을 지니고 있으므로 아미노산, 비타민, purine과 pyrimidine 등의 복합 영양소를 필요로 하는데(30), 두유와 현미에 들어있는 것으로 알려진(26) 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 칼륨 등의 무기질과 thiamine, riboflavin, niacin, pantothenate, folic acid, pyridoxine 등의 비타민과 발육 촉진 물질에 의하여 젖산균의 생육이 촉진되었기 때문인 것으로 생각된다.

발효 중 생균수의 변화

본 실험에서 발효 시간에 따른 요구르트의 생균수의 변화를 측정하여 나타난 결과는 Fig. 3과 같으며, 생균수는 접종후 12시간까지 급격한 증가를 보이며 정상기에 도달하여 그 이후에는 완만한 증가를 보였다.

시험구간에는 두유와 현미를 첨가한 요구르트에서 발효 초기의 생균수 증가가 빨랐고 24시간 발효 후에는 대조군에 비하여 월등히 높은 생균수를 나타내었다. 특히 *Lactobacillus acidophilus*와 *Leuconostoc mesenteroides*를 혼합 배양한 경우에 8.10×10^9 CFU/ml로 가장 높았다.

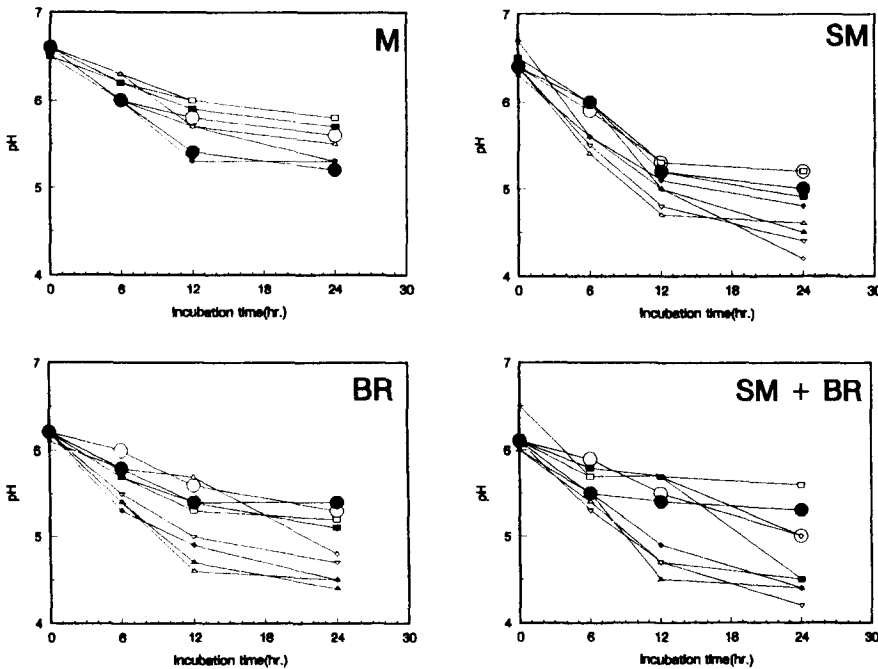


Fig. 1. Changes of pH in various yogurt samples during fermentation

Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.

Strain codes: LA (○-), LB (◇-), LM (-□-), ST (-△-), LS (-▽-), AL (-●-), AS (-◆-), BL (-■-), BS (-▲-)

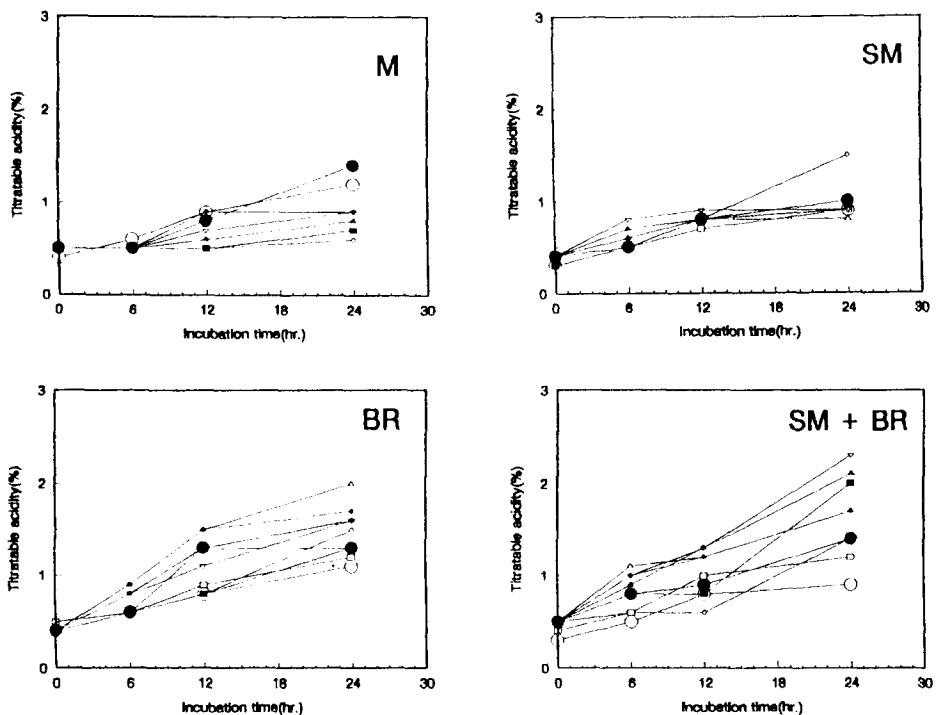


Fig. 2. Changes of titratable acidity in various yogurt samples during fermentation

Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.

Strain codes: LA (○-), LB (◇-), LM (□-), ST (-△-), LS (-▽-), AL (-●-), AS (-◆-), BL (-■-), BS (-▲-)

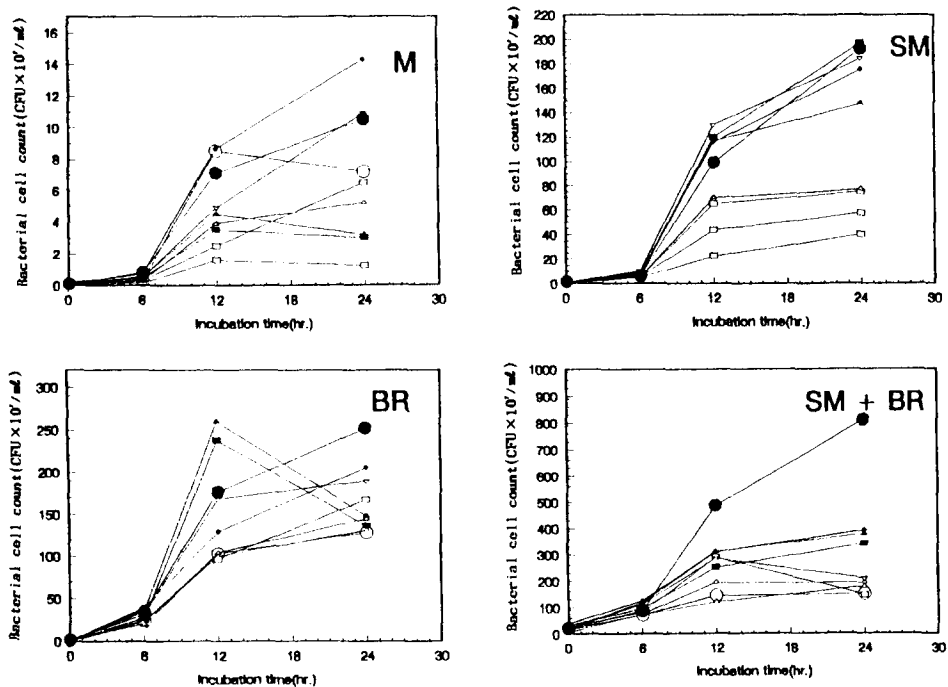


Fig. 3. Changes of viable cell counts in various yogurt samples during fermentation

Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.

Strain codes: LA (○-), LB (◇-), LM (□-), ST (-△-), LS (-▽-), AL (-●-), AS (-◆-), BL (-■-), BS (-▲-)

Table 2. Changes of Brix degree in various yogurt samples during fermentation

Sample ¹⁾	Incubation time(hours)	Brix								
		Culture ²⁾								
		LA	LB	LM	ST	LS	AL	AS	BL	BS
M(control)	0	8.9	9.3	9.3	9.5	9.0	8.9	9.7	9.3	9.1
	6	9.0	9.0	9.0	9.2	8.6	8.8	8.8	8.5	8.7
	12	3.5	8.4	8.4	8.0	8.0	3.5	3.6	8.2	8.5
	24	3.0	4.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.1
SM	0	9.6	9.7	9.7	9.5	9.3	9.5	9.2	9.6	9.3
	6	9.1	8.9	9.1	9.1	8.9	9.0	8.9	9.0	9.5
	12	9.0	8.8	9.1	5.6	3.0	8.8	5.0	8.9	5.5
	24	3.1	3.0	2.8	2.8	2.4	2.5	2.8	2.7	2.7
BR	0	11.4	10.9	11.4	11.5	11.1	11.2	11.1	11.3	11.0
	6	10.9	10.3	10.7	10.4	10.5	10.8	10.6	9.8	9.4
	12	10.2	4.0	4.3	4.0	4.0	4.9	3.9	5.4	4.0
	24	4.9	4.0	4.8	4.0	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0
SM+BR	0	12.4	10.7	10.4	12.3	10.9	10.5	11.3	10.4	11.1
	6	11.9	10.1	4.1	12.0	4.1	4.7	11.1	4.5	10.8
	12	10.8	9.3	4.7	4.6	4.1	4.7	4.9	4.4	4.1
	24	4.0	4.5	5.2	4.0	4.0	5.0	4.2	4.9	4.1

¹⁾M(control): Milk yogurt
 SM: Milk+ Soy milk yogurt
 BR: Milk+ Brown rice yogurt
 SM+BR: Milk+ Soy milk+ Brown rice yogurt

²⁾LA: *Lac. acidophilus*
 LB: *Lac. bulgaricus*
 LM: *Lac. mesenteroides*
 ST: *Str. thermophilus*
 LS: *Leu. mesenteroides*+*Str. thermophilus*
 AL: *Lac. acidophilus*+*Leu. mesenteroides*
 AS: *Lac. acidophilus*+*Str. thermophilus*
 BL: *Lac. bulgaricus*+*Leu. mesenteroides*
 BS: *Lac. bulgaricus*+*Str. thermophilus*

두유나 현미만을 각각 첨가한 요구르트에서는 두유와 현미를 함께 첨가한 요구르트보다 낮은 생균수를 나타내었으나 대조군(우유 요구르트)보다는 높은 생균수를 나타내었다. 이는 두유와 현미에 함유된 발효 촉진 물질에 의한 젖산균의 생육 촉진 효과에 의한 것으로 사료된다.

발효 중 당도의 변화

Table 2는 요구르트의 당도에 미치는 두유와 현미의 첨가 효과를 관찰한 것이다. 두유와 현미 첨가군의 당도가 대조군보다 높았으며, 24시간 발효 후 가장 높은 당도를 나타낸 군은 *Leuconostoc mesenteroides*을 단독 배양한 경우였으며(5.2 Brix), 그 다음이 *Lactobacillus acidophilus*와 *Leuconostoc mesenteroides*를 혼합 배양한 경우(5.0 Brix)였다. 이것은 *Leuconostoc mesenteroides*가 다당류인 dextran의 생성력이 크기 때문인 것으로 본다.⁽³⁰⁾

요구르트의 저장성

발효가 완료된 curd상 요구르트의 저장성을 알아보기

위하여 3°C에서 보관하면서 pH, 적정 산도, 생균수 및 당도를 조사한 결과는 Fig. 4~6, Table 3과 같다.

15일간의 저장 기간중 대부분의 pH 변화는 미미하지만 약간 저하하는 경향이었고, 산도는 약간 증가하는 추세였다. 이런 결과로 볼때 산생성은 젖산균 증식이 정상에 도달하면 미미한 것으로 생각된다. 이러한 경향은 김과 고⁽⁶⁾ 및 신 등⁽¹⁰⁾의 보고와 유사하였으며, 이 등⁽³¹⁾은 10°C 저장의 경우 적정 산도는 완만히 증가하나, 20°C에서 저장하는 경우 저장 3일 이내에 급격히 증가하였다고 보고한 바 있다.

생균수는 모든 구간에서 저장 기간동안 완만한 감소를 보였다. Curd상 요구르트의 성분 규격에 젖산균수는 1.0 × 10⁸ CFU/ml 이상⁽³²⁾이어야 하는데 본 실험의 결과 두유와 현미 첨가 요구르트는 3°C에서 15일 동안 저장 하더라도 규정 젖산균수에 비하여 월등히 높은 젖산균수를 유지하였다. 특히 *Lactobacillus acidophilus*와 *Leuconostoc mesenteroides*로 배양시킨 요구르트의 경우에는 15일간 저장 후에도 7.835 × 10⁹ CFU/ml의 젖산균을 나타내었다.

당도는 시료 중의 일부는 저장 기간중에 다소 증가하는

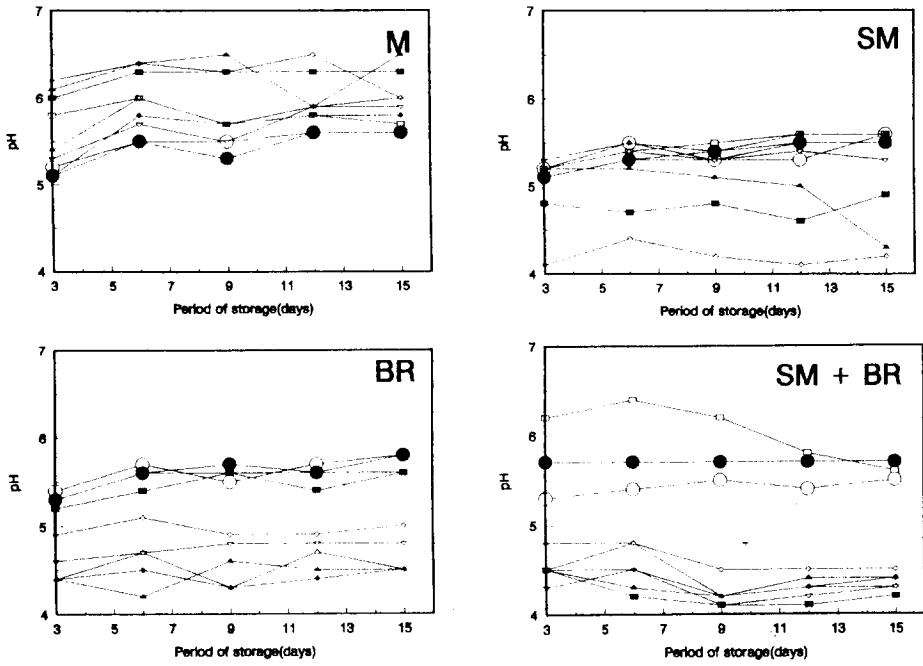


Fig. 4. Changes in the pH of curd yogurt at 3°C
 Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.
 Strain codes: LA (○), LB (□), LM (△), ST (◇), LS (▽), AL (●), AS (◆), BL (■), BS (▲)

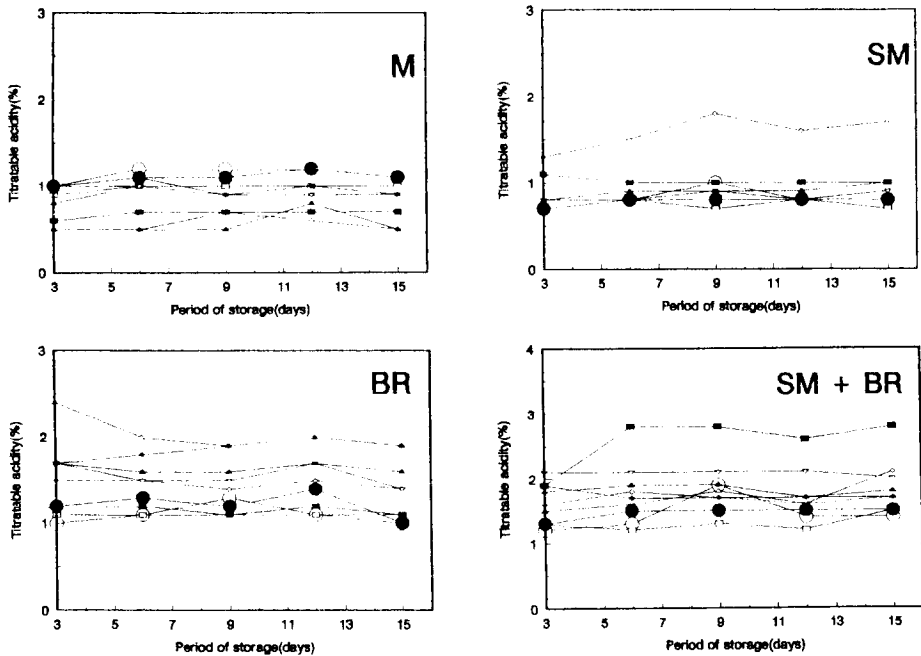


Fig. 5. Changes in the titratable acidity of curd yogurt at 3°C
 Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.
 Strain codes: LA (○), LB (□), LM (△), ST (◇), LS (▽), AL (●), AS (◆), BL (■), BS (▲)

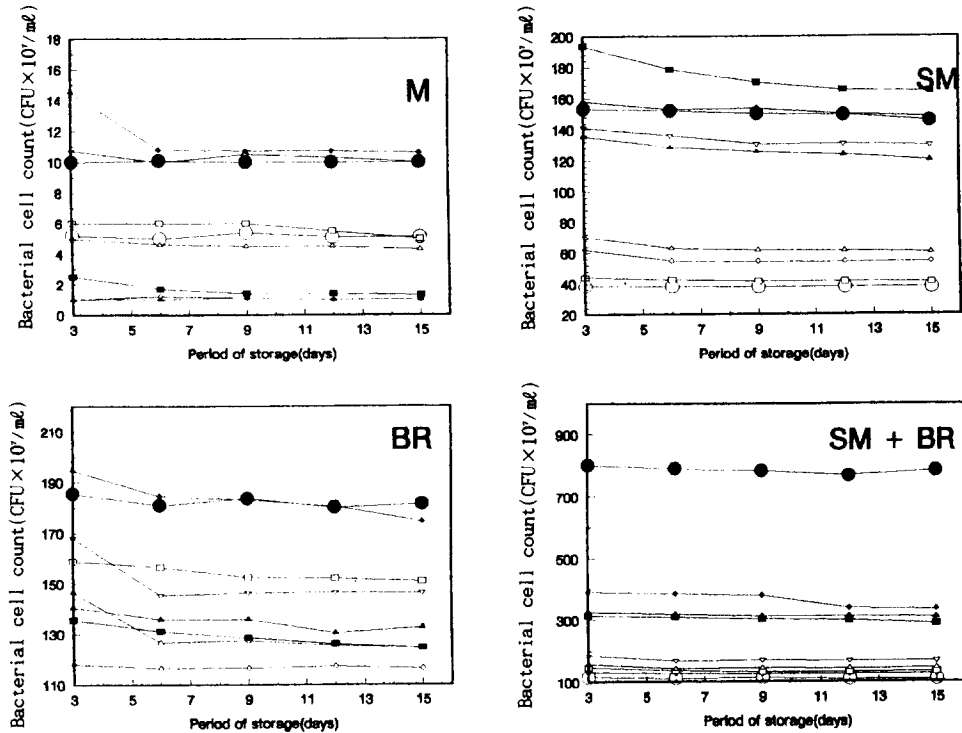


Fig. 6. Changes in the viable cell counts of curd yogurt at 3°C
 Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.
 Strain codes: LA (○-), LB (◇-), LM (□-), ST (△-), LS (▽-), AL (●-), AS (◆-), BL (■-), BS (▲-)

경향을 보이는 반면, 일부는 다소 감소하는 경향을 보였다. 두유와 현미 첨가 요구르트가 15일간의 저장 기간 후에도 가장 높은 당도를 나타내었으며, 특히 *Leuconostoc mesenteroides*를 단독 또는 혼합 배양한 요구르트에서 최고의 당도를 나타내었는데 이것은 이 균주의 다당류 생성에 의한 증가라고 생각된다.

이외에도 15일간의 저장 중 curd상 요구르트의 외관과 냄새를 관찰하였는데 어떤 변화도 관찰할 수 없었다. 이상의 결과로 보아 3°C에서 15일간에 걸쳐 보존된 두유와 현미 첨가 요구르트의 저장성은 매우 우수하다고 할 수 있다.

요구르트의 관능 평가

우유에 두유와 현미를 첨가하여 발효시킨 curd상 요구르트의 색(color), 향기(odor), 맛(taste), 조직감(mouth feel), 전체적인 기호도(overall acceptability)를 관능 검사한 결과를 Table 4에 나타내었다.

맛은 요구르트 시료 사이에 거의 차이가 없었으며, 색은 두유 첨가 요구르트가 대조군(우유 요구르트)보다 월등히 높아 옅은 노란색을 나타내었고(p<0.05), 향기는 두유 첨가 요구르트가 가장 열등하였는데(p<0.05) 이는 두유 가공 중 지질의 산화 또는 분해에 의한 대두 특유의

콩 비린내(beany flavor)발생에 의한 것으로 생각된다. 한편 조직감을 보면 현미 첨가 요구르트가 가장 거칠었고 그 다음 두유와 현미 첨가 요구르트이었다. 전체적인 기호도의 경우, 현미와 두유 첨가 요구르트가 대조군보다 낮았으나 그 유의상 차는 극미하였으며, 현미 첨가 요구르트나 두유 첨가 요구르트보다는 기호도가 높게 나타났다.

요구르트의 품질을 결정하는 중요한 요소로는 일반적으로 외관(색상 포함), 향미(맛과 향기), 조직감을 들 수 있으며, 본 실험에서 나타난 바와 같이 두유와 현미를 첨가한 요구르트는 대조군(우유 요구르트)과 맛과 향기에는 유의차를 나타내지 않았으나, 현미의 첨가에 의한 조직감 저하로 인해 전체적인 기호도에서 우유 요구르트보다 관능성이 저조한 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 이는 또한 기존 우유 요구르트에 대해 관능 평가자들이 익숙해 있기 때문인 것으로도 사료된다.

본 실험에서 연구된 결과에 나타난 바와 같이 두유와 현미 첨가 요구르트가 식품 산업에서 신제품으로 생산될 수 있는 가능성이 높다고 생각되며, 한편 조직감의 관능성이 대조군 시료에 비하여 다소 저조하지만 앞으로의 연구에 의하여 대조군 시료에 거의 상당하는 수준으로 개선할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Changes in the Brix degree of curd yogurt at 3°C

Sample ¹⁾	Period of storage (days)	Brix								
		Culture ²⁾								
		LA	LB	LM	ST	LS	AL	AS	BL	BS
M(control)	3	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.2	3.0	3.0	3.1
	6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.0	2.9	3.0
	9	3.7	3.5	3.2	3.5	3.4	3.8	3.4	3.4	3.4
	12	3.5	3.4	3.0	3.6	3.6	3.6	3.2	3.3	3.6
	15	3.6	3.8	3.0	2.5	2.6	3.1	2.6	2.0	2.4
SM	3	4.0	3.1	3.0	3.1	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0
	6	3.9	3.0	3.0	3.0	2.4	3.9	3.0	3.0	3.0
	9	4.0	3.1	3.0	2.9	2.6	3.0	3.0	3.0	2.7
	12	4.0	3.8	3.7	3.3	2.8	3.4	3.0	3.0	3.0
	15	4.1	4.1	3.3	3.0	2.8	3.1	3.1	3.1	2.8
BR	3	5.2	4.0	4.1	4.0	4.0	4.3	4.0	4.1	4.0
	6	5.1	4.4	4.8	4.5	4.5	4.4	4.1	4.6	4.3
	9	5.0	4.0	3.9	4.0	4.0	4.1	4.0	4.2	4.0
	12	5.0	4.5	4.7	3.8	4.3	4.3	4.1	4.4	4.3
	15	4.9	4.1	4.8	4.0	4.4	4.4	4.2	4.4	4.0
SM + BR	3	4.5	4.7	5.4	4.0	4.0	5.0	4.0	4.5	4.0
	6	5.1	4.2	6.0	4.5	4.0	5.3	4.1	4.7	4.1
	9	5.0	4.0	6.0	4.2	4.0	5.5	4.2	4.6	4.3
	12	5.2	4.4	6.2	4.2	4.0	5.6	4.0	4.7	4.0
	15	5.4	4.4	6.1	4.0	4.0	6.0	4.2	4.8	4.0

¹⁾Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.

²⁾Strain codes(LA, LB, LM, ST, LS, AL, AS, BL, BS) are the same as explained in Table 2.

Table 4. Sensory evaluation of curd yogurt

Sample ¹⁾	Attributes				
	Color	Odor	Taste	Mouth feel	Overall acceptability
M(control)	3.97 ^d	5.09 ^a	4.90 ^a	4.03 ^c	4.32 ^a
SM	6.40 ^a	2.92 ^b	4.64 ^a	3.83 ^c	3.30 ^b
BR	4.40 ^c	4.20 ^a	4.75 ^a	5.91 ^a	3.10 ^c
SM + BR	5.36 ^b	4.63 ^a	4.33 ^a	5.03 ^b	3.69 ^b

¹⁾Product codes(M, SM, BR, SM+BR) are the same as explained in Table 2.

²⁾Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at the 5% level.

요 약

우유에 두유와 현미를 각각 또는 혼합 첨가하고, 4종 (*Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus thermophilus*)의 젖산균을 단독 또는 혼합 배양하여 curd상 요구르트를 만들고, 두유와 현미의 첨가가 젖산균의 생육과 산생성, 당도 및 요구르트의 품질(관능성 및 저장성)에 미치는 영향을 조사하였다. 두유와 현미의 혼합 첨가로 인해 요구르트의 젖산균 증식과 산생성이 대조군(우유 요구르트)보다 현저하게 촉진되었으며, 특히 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Streptococcus thermophilus*를 혼합 배양한 경우에 산생성이 가장 우수하여 산도가 2.268%, pH가 4.2이었고, *Lactobacillus acidophilus*와 *Leuconostoc mese-*

*nteroides*를 혼합 배양한 경우에 생균수가 가장 높아 8.10×10^9 CFU/ml를 나타냈다. 또한 당도는 약간의 증가를 보였다. 두유와 현미를 함께 첨가한 요구르트는 3°C에서 15일간 저장 후에도 산생성과 pH, 생균수의 변화에 큰 차이가 없었으며, 규정 젖산균수에 비해 월등히 높은 수준을 유지하여 저장성은 매우 우수하였다. 관능 검사 결과를 보면 두유와 현미 첨가 요구르트의 경우 대조군(우유 요구르트)에 비해 맛과 향기에는 차이가 없었으며, 조직감이 거칠게 나타나 전체적인 기호도가 낮았지만 그 유의성 차이는 크지 않았다. 이상의 결과로 볼때 우유에 두유나 현미의 혼합 첨가는 식품 영양학적으로 우수하고, 저장성도 우수하여 그 상품적 가치가 인정되나 우유 요구르트보다 기호도가 낮아 이의 개선을 위한 연구가 요구된다.

문헌

1. 신용서, 이갑상, 김동환: 고구마와 호박을 첨가한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 25, 666 (1993)
2. 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 휘발성 향기성분. 한국식품과학회지, 25, 136 (1993)
3. 김문숙, 안은숙, 신동화: 시판 요구르트의 특성 비교 연구. 한국식품과학회지, 25, 340 (1993)
4. 김문숙, 안은숙, 신동화: 팥화미의 첨가가 요구르트 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25, 258 (1993)
5. 이신호, 구영조, 신동화: *Lac. bulgaricus*와 *Str. thermophilus*의 단독 및 혼합배양에 의한 요구르트의 이화학적 미생물학적 특성. 한국식품과학회지, 20, 140 (1988)
6. 김혜정, 고영태: 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 700 (1990)
7. 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조. 한국식품과학회지, 25, 130 (1993)
8. 홍외숙, 고영태: 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 23, 587 (1991)
9. Mok, C.K., Lim, C.R., Kim, Y.J. and Nam, Y.J.: Lactic acid fermentation of isolated soy protein/saccharified rice dispersion for the preparation of a yogurt-like product. *Foods Biotechnol.*, 1, 35 (1992)
10. 신용서, 성현주, 김동환, 이갑상: 감자를 첨가한 요구르트의 제조와 특성. 한국식품과학회지, 26, 266 (1994)
11. 업성신, 유지창, 고영태: 전분의 첨가가 호상 요구르트에서 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25, 747 (1993)
12. Cheng, Y.J., Thompson, L.D. and Brittin, H.C.: Soy-gurt, a yoghurt-like soybean product; Development and properties. *J. Food Sci.*, 55, 1178 (1990)
13. Rao, D.R., Pulsusani, S.R. and Chawan, C.B.: Preparation of a yoghurt-like product from cowpeas and mung beans. *Int. J. Food Sci. & Technol.*, 23, 195 (1988)
14. Lee, S.Y., Morr, C.V. and See, A.: Comparison of milk-based and soymilk-based yoghurt. *J. Food Sci.*, 55, 532 (1990)
15. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J.: The development of a soya-based yoghurt. Part 1. Acid production by lactic acid bacteria. *J. Food Technol.*, 15, 647 (1987)
16. 고영태: 두유의 가열처리가 젖산균의 산생성과 대두 요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20, 317 (1988)
17. 임숙자, 고영태, 유지창: 농축 대두 단백질을 이용한 요구르트의 제조. 한국식품과학회지, 16, 143 (1984)
18. 김경희, 방일령, 고영태: 두유의 단백질 분해효소 처리가 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21, 92 (1989)
19. Mok, C.K., Han, J.S., Kim, Y.J., Kim, N.S., Kwon, D.Y. and Nam, Y.J.: Risogurt, a mixture of lactic acid fermented rice and soybean protein: Development and properties. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 23, 745 (1991)
20. 이재성, 한관주, 서기봉: 두유를 이용한 변형요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 4, 194 (1972)
21. 오혜숙, 이경혜, 윤 선: 고품 두유 요구르트 제조에 관한 연구. 한국영양학회지, 14, 175 (1981)
22. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H.: Flavor acceptability of unfermented and lactic fermented soymilks. *J. Milk Food Technol.*, 39, 342 (1976)
23. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H.: Utilization of oligo-saccharides by lactic acid bacteria during fermentation of soymilks. *J. Food Sci.*, 40, 114 (1975)
24. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H.: Fermentation of soymilk by lactic acid bacteria. *J. Food Protection*, 42, 895 (1979)
25. Mok, C.K., Han, J.S., Kim, Y.J., Kim, N.S., Kwon, D.Y. and Nam, Y.J.: Lactic acid fermentation of rice and quality improvement by amylolytic enzyme treatment during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 23, 739 (1991)
26. 농촌진흥청 농촌 영양 개선 연수원: 식품 성분표, 제 4개정판. 농촌진흥청 농촌 영양 개선연수원 (1991)
27. Richardson, G.H.: Standard method for the examination of dairy products. American public health association, p.133 (1985)
28. 장건형: 식품의 기호성과 관능검사. 개문사, p.167 (1992)
29. 허명희: SAS 분산 분석. 자유 아카데미, p.5 (1992)
30. Brock, T.D. and Madigan, M.T.: *Biology of Microorganisms*. Prentice-Hall, N.J., p.171, p.142 (1991)
31. 이호진, 서동순, 신용국, 고준수, 광해수: 저장 온도와 교반 조건을 달리한 요구르트의 저장 중 품질 변화. 한국식품과학회지, 24, 353 (1992)
32. 보사부: 식품공전. 한국식품공업협회, p.97 (1991)

(1994년 9월 23일 접수)