

## L. bulgaricus와 S. thermophilus의 단독 및 혼합배양에 의한 요구르트의 이화학적·미생물학적 특성

이신호\*·구영조·신동화

농수산물 유통공사 종합식품연구원, \*효성여자대학교 식품가공학과

### Physicochemical and Bacteriological Properties of Yogurt made by Single or Mixed Cultures of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*

Shin-Ho Lee\*, Young-Jo Koo and Dong-Hwa Shin

Food Research Institute / AFMC, Banwol, Kyonggi-do

\*Department of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Taegu

#### Abstract

The physicochemical and bacteriological properties of yogurts made by single or mixed cultures of *L. bulgaricus* FRI025 and *S. thermophilus* CHI were investigated. *L. bulgaricus* FRI025 which was isolated from raw milk was selected as starter culture among 22 strains of lactic culture by measuring viscosity, flavor, growth and acid production ability. The acid production and number of viable cell were increased by using *L. bulgaricus* FRI025 and *S. thermophilus* CHI together in ratio of approximately 1:1. The pH, titratable acidity, viable cell number and viscosity of yogurt were 4.08, 1.14%,  $2.5 \times 10^{10}$  / ml and 2100 cp after 9 hours incubation at 40°C, respectively. The pH and viable cell number were decreased on the other hand titratable acidity and viscosity were increased after 7 days of storage at 4°C. The changes of quality did not show significantly after storage. The selected starter was much higher than commercial yogurt starter in the acid production and growth of starter. The yogurt manufactured with selected starter was better than with commercial yogurt in sensory evaluation such as taste, texture, flavor and overall acceptability.

Key words: yogurt, mixed culture, physicochemical properties of yogurt, bacteriological properties of yogurt

#### 서 론

요구르트는 유산균을 이용한 발효 유제품의 일종이다. 사용되고 있는 유산균은 단독 혹은 혼합균주이며 gel form 요구르트의 경우 혼합균주를 사용하고 있다. 혼합균주로 *S. thermophilus*와 *L. bulgaricus*가 사용되고 있다. 이들 미생물은 제조과정중 lactic acid를 생성하여 제품의 청량감을 부여하고 diacetyl, acetaldehyde 등 carbonyl compound 등을 생성하여 풍미에 기여한다<sup>(1)</sup>. 본 연구에서는 시판 호상요구르트의 품질을 개선하

기 위하여 원유에서 분리한 *L. bulgaricus*와 Hansen Lab. (Copenhagen, Denmark)에서 분양받은 *S. thermophilus* CHI를 starter로 단독 및 혼합 배양하여 요구르트 제조중 각종 변화를 검토하였으며 이들 균주로 제조한 요구르트와 시판 요구르트제조에 사용되는 starter로 제조한 요구르트의 제조중 변화를 비교 검토하였다.

#### 재료 및 방법 \*

##### 사용균주

원유에서 분리하여 Naylor and Sharp(1958)<sup>(2)</sup>, Sharp(1958)<sup>(3)</sup>, Buchanan(1964)<sup>(4)</sup>등의 동정 key에

Corresponding author: Shin-Ho Lee, Department of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Gyeongsan, Kyongbuk-do 713- 900

의거 동정한 *L. bulgaricus* FRI025와 Hansen Lab. (Copenhagen, Denmark)에서 분양받은 *S. thermophilus* CH1을 사용하였다. 멸균된 10% 환원 탈지유에 접종하여 40°C에서 12시간 배양후 starter로 사용하였다.

시판 요구르트는 set type와 stirred type 두 종류를 구입해서 starter를 분리하여 사용하였다.

#### 요구르트의 제조

고형분 함량 14%의 환원 탈지유를 85°C에서 30분간 살균 처리한 후 starter를 2% 접종하여 40°C에서 배양하였다. 혼합 배양의 경우 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1의 비율을 1:1과 2:1로 접종하여 12시간 배양하면서 단독 배양의 경우와 비교 하였다.

#### pH 및 적정산도 측정

pH는 corning pH/ion meter 150을 사용하여 측정하였으며 적정산도는 APHA<sup>(6)</sup>방법에 준하여 측정하였다.

#### *L. bulgaricus* 와 *S. thermophilus* 의 성장

배양중 일정 시간별로 시료를 채취하여 0.1% peptone 용액으로 적정 희석하여 총 유산균수는 Elliker lactic agar<sup>(6)</sup>로 *L. bulgaricus* 수는 Rogosa SL agar를 사용하여 측정하였으며 Elliker lactic agar와 Rogosa SL agar에 나타난 colony 수의 차이를 *S. thermophilus* 수로 계산하였다<sup>(7)</sup>.

#### Lactose 이용률

Lactose의 정량은 Nikerson<sup>(8)</sup>등의 방법에 의하여 측정하였으며 배양초기의 lactose 함량에 대해 백분율로 표시하여 lactose 이용률을 환산 하였다.

#### Viscosity 측정

Brookfield LVT viscometer를 사용하여 요구르트 제조직후와 40°C에서 24시간 저장후 spindle No. 4를 사용하여 30rpm으로 15°C에서 측정하였다.

#### 관능 검사

선발된 관능요원에 의해 시판 요구르트에 존재하는 starter로 제조한 요구르트와 분리 균주로 제조한 요구르트를 사용하여 조직감·향·맛·종합적 기호도에 관해 5점 (5점 ; excellent, 1점 ; very poor) 채점법으로 검사하였다.

## 결과 및 고찰

#### 균주의 분리동정

Starter 균주를 분리하기 위하여 신생아변과 원유를 사용하여 분리한 50균주중 성장이 양호한 5균주에 대해 동정실험한 결과는 표1에서 보는 바와 같다.

분리 균주중 3균주는 각각 *L. plantarum*, *L. casei*, *L. bulgaricus*로 확인되었으나 나머지 2균주는 정확히 확인되지 않았다.

#### pH 변화

*L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1의 단독 및 혼합배양중 pH의 변화는 그림1에서 보는 바와 같이 *S. thermophilus* CH1 단독 배양일 경우가 다른 처리구에 비해 완만한 변화를 보였으며 혼합 배양의 경우가 낮은 경향을 나타내었다.

배양 9시간째 각 처리구별 pH는 *S. thermophilus* CH1의 경우 5.1, *L. bulgaricus* FRI025의 경우 4.40인데 비해 1:1 또는 1:2의 혼합 배양의 경우는 각각 4.

Table 1. Properties of the *Lactobacilli* isolated from infant feces and raw milk

Items	Isolates	FRI021	FRI022	FRI023	FRI024	FRI025
Gram stain		+	+	+	+	+
Morphology		rod	rod	rod	rod	rod
Fermentation of						
raffinose		+	+	-	+	-
melibiose		+	+	-	+	-
arabinose		-	+	-	-	-
cellobiose		-	+	+	-	-
gluconate		-	+	+	-	-
lactose		+	+	+	+	+
salicin		-	+	+	-	-
sucrose		+	+	-	+	-
Gas from glucose		-	-	-	-	-
Ammonia from arganine		-	-	-	-	-
Growth at 15°C		-	-	+	-	-
Unidentified						
<i>L. plantarum</i>						
<i>L. casei</i>						
Unidentified						
<i>L. bulgaricus</i>						
Sources	Feces	Feces	Feces	Raw milk	Raw milk	Raw milk

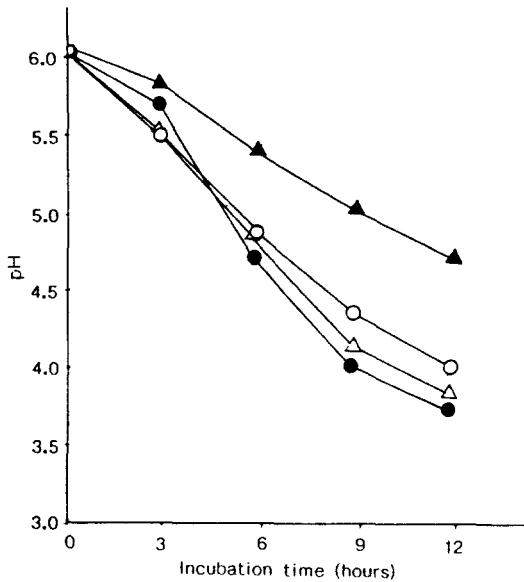


Fig. 1. Effect of starter on the pH changes of yogurt during incubation for 12 hours at 40°C.  
 ○—○: *L. bulgaricus* FRI025  
 ●—●: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (1: 1)  
 △—△: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (2: 1)  
 ▲—▲: *S. thermophilus* CH1

08, 4.14이었다.

적정산도 (titratable acidity)의 변화

요구르트 제조중 가장 중요한 화학적변화는 lactic acid의 생성이다. lactic acid는 casein micelle의 불안정화에 관여하여 유단백질을 응고 시키고 신맛과 신선한 맛을 주어 전형적인 요구르트의 풍미에 관여한다. 또 생성된 lactic acid는 점차 그 양이 축적됨에 따라 미생물의 성장에 역효과를 초래 하기도 한다<sup>(9,10)</sup>. 요구르트의 lactic acid함량은 mild yogurt인 경우 0.85~0.95%, acid yogurt인 경우 0.95~1.20%이다<sup>(11)</sup>.

그림 2에서 보는 바와같이 lactic acid의 생성은 배양 3시간에서 9시간 사이에 급격히 증가 하였으며 혼합 배양의 경우가 산생성이 증진되는 경향을 나타내었다. starter의 혼합비에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나 혼합비율 1:1의 경우가 다소 높은 경향을 나타냈었다.

최적 배양 시간은 mild yogurt는 7~8시간 acid yogurt는 9~10시간이 필요한 것으로 사료되었다.

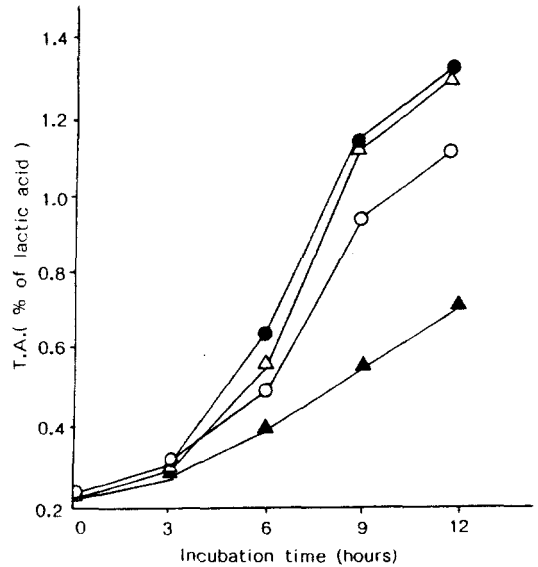


Fig. 2. Effect of starter on the titratable acidity of yogurt during incubation for 12 hours at 40°C.  
 ○—○: *L. bulgaricus* FRI025  
 ●—●: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (1: 1)  
 △—△: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (2: 1)  
 ▲—▲: *S. thermophilus* CH1

유산균의 변화

Starter 종류에 따른 배양중 유산균의 변화는 그림 3에서 보는 바와같다.

단독배양의 경우 배양 6시간까지 *S. thermophilus* CH1의 성장이 *L. bulgaricus* FRI025에 비해 빨랐으며 6시간이후 *L. bulgaricus* FRI025의 성장이 급격히 증가하였다. 혼합 starter를 사용하였을 경우 단독 starter에 비해 성장이 빨랐으나 각 균주 혼합비에 따른 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 배양 9시간째 각 처리구별 유산균수는 *L. bulgaricus* FRI025 단독 배양일 경우  $2.4 \times 10^9$ /ml, *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1의 혼합비 1:1과 2:1의 경우 각각  $2.4 \times 10^{10}$ /ml,  $3.8 \times 10^{10}$ /ml이었으며 *S. thermophilus* CH1 단독 배양일 경우  $1.9 \times 10^9$ /ml이었다. 단독 및 혼합 배양에 따른 *L. bulgaricus* FRI025의 성장은 그림 4에서 보는 바와같다.

배양 9시간까지는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 9시간이후 단독 배양일 경우 점차 감소하는 경향을 보인 반면 혼합 배양일 경우 완만한 증가 현상을 보였다. 배양 9시간째 각 처리구별 *L. bulgaricus* FRI025의 생균수는 단독 및 혼합비율 1:1, 2:1인 혼합배양의 경우 각각

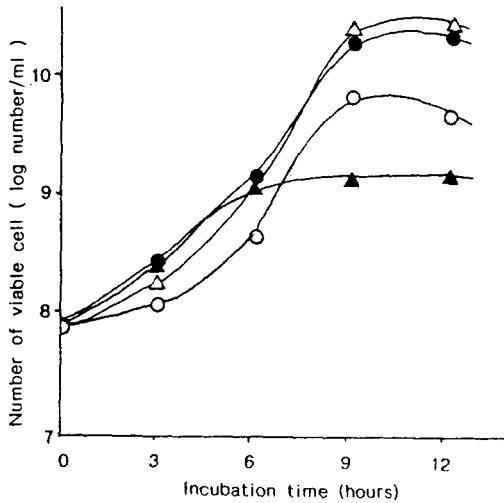


Fig. 3. Effect of starter on the total lactic bacterial count of yogurt during incubation for 12 hours at 40°C.

○—○: *L. bulgaricus* FRI025  
 ●—●: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (1:1)  
 △—△: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (2:1)  
 ▲—▲: *S. thermophilus* CH1

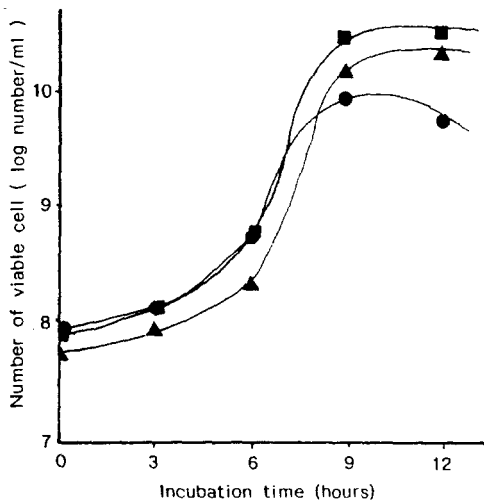


Fig. 4. Effect of starter on the growth of *L. bulgaricus* FRI025 during incubation for 12 hours at 40°C.

●—●: *L. bulgaricus* FRI025  
 ▲—▲: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (1:1)  
 ■—■: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (2:1)

$9.0 \times 10^9/ml$ ,  $1.5 \times 10^{10}/ml$  그리고  $2.9 \times 10^{10}/ml$  이었다.

단독 및 혼합배양에 따른 *S. thermophilus* CH1의 성장은 그림 5에서 보는 바와같이 배양 6시간전까지는 단독 배양에서 성장이 빨랐으나 시간이 경과함에 따라 성장은 거의 관찰할 수 없었으며 혼합배양에서는 계속 증가하는 경향을 나타내었다. 배양 9시간째 단독 및 혼합배양의 각 처리구별 생균수는 각각  $1.2 \times 10^9/ml$ ,  $9.3 \times 10^9/ml$ , 그리고  $4.9 \times 10^9/ml$  이었다.

*L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1을 혼합 배양시킨 경우 이들의 공생작용<sup>(12,13)</sup>에 의해 단독 배양의 경우보다 유산균의 성장 및 lactic acid의 생성이 증진되었으며 혼합 배양의 경우 초기에는 *S. thermophilus* CH1이 급격히 성장하고 배양 6시간 이후부터 *L. bulgaricus* FRI025의 성장이 왕성하게 이루어져 Tamime 과 Deeth<sup>(14)</sup>의 결과와 일치하였다.

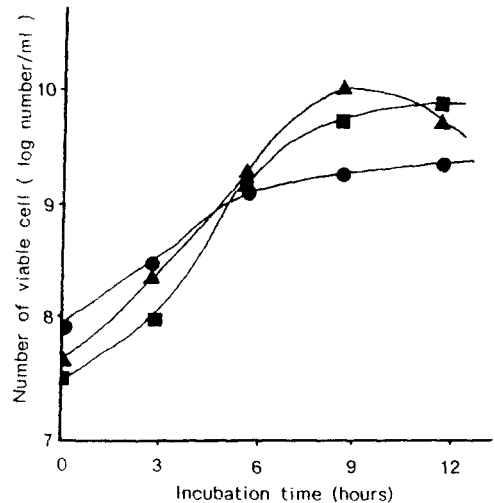


Fig. 5. Effect of starter on the growth of *S. thermophilus* CH1 during incubation for 12 hours at 40°C.

▲—▲: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (1:1)  
 ■—■: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (2:1)  
 ●—●: *S. thermophilus* CH1

**Lactose의 변화**

단독 및 혼합배양에 따른 lactose의 분해율의 변화는 그림 6에서 보는 바와 같다.

요구르트 제조 중 lactose는 starter의 세포내에 존재하는  $\beta$ -galactosidase에 의해 glucose와 galactose로 분해되어 유산균의 성장 활동으로 lactic acid로 전환된다<sup>(15)</sup>. 단독 및 혼합배양에 따른 lactose 감소율은 유

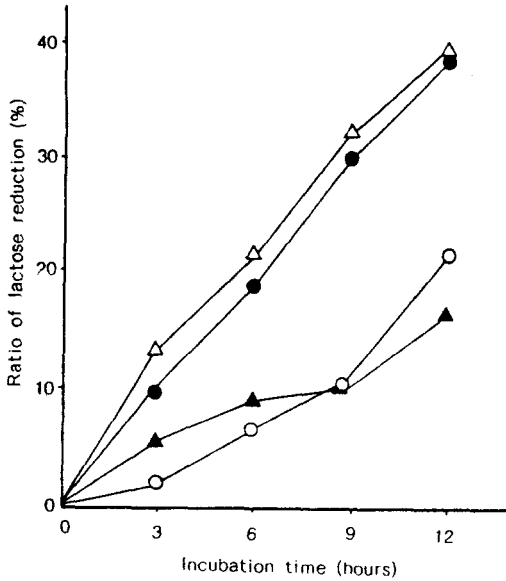


Fig. 6. Effect of starter on the lactose hydrolysis of yogurt during incubation for 12 hours at 40°C.

- : *L. bulgaricus* FRI025
- : *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (1:1)
- △—△: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1 (2:1)
- ▲—▲: *S. thermophilus* CH1

산균의 성장과 거의 일치하는 경향을 나타내어 혼합 배양인 경우 배양 초기부터 급격히 증가하는 현상을 보인 반면 단독 배양일 경우 완만한 증가 현상을 나타내었다. 배양 12시간 후 각 처리구별 lactose의 감소율은 *L. bulgaricus* FRI025의 경우 21.53%, *S. thermophilus* CH1의 경우 10.88%이었으며 혼합비율 1:1 또는 2:1의 혼합배양의 경우 각각 38.40%, 39.13%이었다. Goodnough와 Kley<sup>n</sup>(16)은 요구르트 제조후 lactose는 34.6% 감소하였고 Euber와 Brunner<sup>(17)</sup>는 30.76% 감소하였다고 보고 하였다.

단독 및 혼합배양한 요구르트의 특성

단독 및 혼합 starter를 고형분 함량 14%인 멸균 환원 탈지유에 2%접종하여 40°C에서 9시간 배양시켜 냉각한 후와 동일한 시료를 40°C에서 7일간 저장후 요구르트의 미생물학적 이화학적 특성을 비교한 결과는 표2에서 보는 바와 같다.

저장 기간중 pH와 생균수는 감소하였고 적정산도는 증가하였으며 점도는 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 요구르트의 품질 기준중 가장 중요한 사항은 생균수이다. 프랑스에서는 10<sup>9</sup>/m<sup>l</sup>(18), 스위스에서는 10<sup>7</sup>/m<sup>l</sup>(19) 영국에서는 10<sup>8</sup>/m<sup>l</sup>(20,21)의 생균이 함유 되어야 한다고

Table 2. Changes of bacteriological and physicochemical characteristics of yogurt after storage for 7 days at 4°C

		A	B	C	D
pH	After cooling <sup>a</sup>	4.41	4.10	4.20	4.95
	After storage <sup>b</sup>	4.18	4.02	4.09	4.65
T.A.(%)	After cooling	0.86	1.06	0.98	0.74
	After storage	0.93	1.16	1.07	0.71
Viable cell No. (CFU/ml)	After cooling	4.2×10 <sup>9</sup>	1.9×10 <sup>10</sup>	1.8×10 <sup>10</sup>	3.0×10 <sup>9</sup>
	After storage	1.3×10 <sup>9</sup>	3.3×10 <sup>9</sup>	2.9×10 <sup>9</sup>	6.0×10 <sup>7</sup>
Viscosity <sup>c</sup> (Cp)	After cooling	1950	2100	1166	301
	After storage	1950	2150	1250	290

- A: *L. bulgaricus* FRI025
- B: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1(1:1)
- C: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1(2:1)
- D: *S. thermophilus* CH1
- a: Cooling to 4°C after incubation for 9 hours at 40°C
- b: Storage for 7 days at 4°C
- c: Spindle No. 4, 60rpm

규정하고 있으며 우리나라에서는  $10^7/ml$  로 규정하고 있다. *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1을 1:1로 혼합하여 starter로 사용한 경우 생균수는 7일 저장후  $3.3 \times 10^9/ml$  점도 역시 *L. bulgaricus* FRI025 단독으로 사용하였을 때 보다 *S. thermophilus* CH1과 1:1로 혼합하여 사용한 경우가 증진되는 경향을 나타내었다. 이상의 결과로 미루어 *L. bulgaricus* FRI025를 사용하여 요구르트를 제조할 경우 단독 균주보다 *S. thermophilus* CH1을 1:1의 비율로 혼합하여 starter로 사용하는 것이 가장 효과적일 것으로 사료되었다.

분리 균주와 시판 호상요구르트 starter를 이용한 요구르트의 제조

분리균주인 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1의 혼합 균주와 시판 호상요구르트에서 분리한 starter를 사용하여 요구르트 제조중 성분 변화를 비교 검토하기 위하여 40°C에서 배양 12시간 동안 적정 산도와 총균수의 변화를 관찰하였다.

산생성은 그림 7에서 보는 바와 같이 분리 균주를 사용한 경우 배양 초기부터 급격히 증가하는 경향을 보인 반

면 시판 호상요구르트 starter의 경우 상당히 완만한 경향을 보여 배양 10시간 이후 분리 균주를 사용한 경우 1.00%, set type yogurt starter인 경우 0.59%, stirred type yogurt starter인 경우 0.7.%이었다.

Starter 종류에 따라 배양중 유산균수의 변화는 그림 8에서 보는 바와같이 배양 3시간 까지는 완만한 증가 현상을 보이다가 분리균주의 경우 3시간이후 급격한 증가 현상을 보였으며 시판호상 요구르트 starter의 증가는 비교적 완만한 경향을 보였다. 배양10시간째 각 처리구별 생균수는 분리 균주를 사용한 경우  $5.5 \times 10^{10}/ml$ , set type yogurt starter의 경우  $3.8 \times 10^9/ml$ , stirred type yogurt starter의 경우  $9.5 \times 10^8/ml$ 이었다. 산생성 속도나 미생물의 성장 결과를 미루어 보아 분리 균주인 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1의 혼합균주를 사용할 경우 시판 호상 요구르트 starter를 사용한 경우보다 산생성 속도나 미생물 성장이 양호하였으며 최적 배양시간은 40°C에서 8-10시간으로 사료되었다. 선발균주인 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1를 혼합하여 starter로 사용하여 제조한 요구르트와 시판 요구르트의 starter를 사용하여 제조한

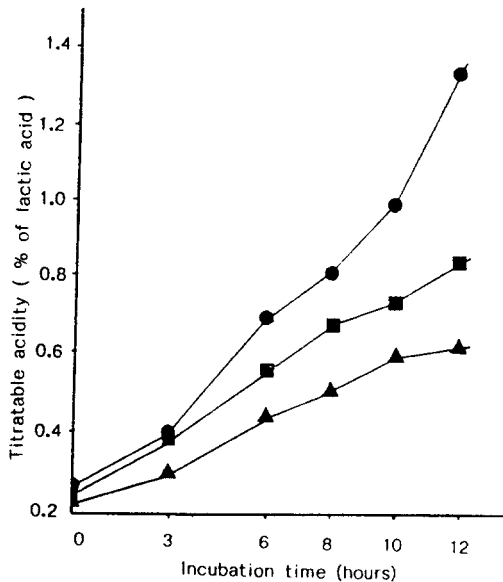


Fig. 7. Effect of starter on the titratable acidity of yogurt during incubation for 12 hours at 40°C.

●—●: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1  
 ▲—▲: Commercial set type yogurt starter  
 ■—■: Commercial stirred type yogurt starter

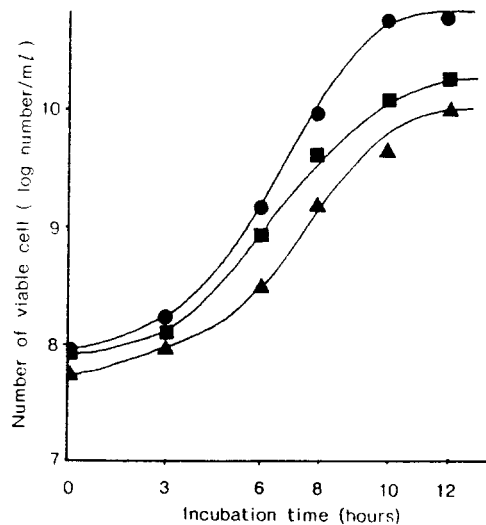


Fig. 8. Effect of starter on the microbial growth of yogurt during incubation for 12 hours at 40°C.

●—●: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1  
 ▲—▲: Commercial set type yogurt starter  
 ■—■: Commercial stirred type yogurt starter

요구르트의 관능 검사 결과는 표 3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Sensory evaluation of yogurt

Items	Starter		
	A	B	C
Texture	3.86	2.64	3.25
Taste	3.86	3.00	2.93
Flavor	3.79	2.93	3.00
Overall acceptability	4.00	2.93	2.86

A: *L. bulgaricus* FRI025 + *S. thermophilus* CH1

B: Commercial set type yogurt starter

C: Commercial stirred type yogurt starter

\*: Significantly different from the treatment mean at the 5% level ( $p=0.05$ )

\*\* : Means based on an 5 point scale (5Excellent, 1=Very poor),  $n=18$

산도를 일정하게 조절하기 위하여 적정산도 0.8~0.9%에 도달한 시간에 배양을 중지하여 4°C에서 24시간 보관후 조직감, 맛, 향, 종합적 기호도에 관해 선발된 관능요원 18명에 의해 5점 채점법으로 관능 검사를 실시한 결과 조직감, 맛, 향, 종합적 기호도에 있어서 공히 5% 수준에서 유의성이 인정 되었으며 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1를 1:1비율로 원료유에 대해 2% 첨가하여 제조한 요구르트가 시판 호상 요구르트의 starter를 사용하여 제조한 요구르트 보다 전반적으로 기호성이 양호하였다.

## 요 약

*L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1을 starter로 단독 및 혼합 배양하여 요구르트 제조중 이화학적 미생물학적 변화를 비교 검토한 결과 단독으로 배양하였을때 보다 혼합 배양하였을때 산생성, 유산균의 성장 등이 증진되었으며 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1을 각각 1:1, 2:1로 혼합 배양하여 요구르트를 제조한 결과 1:1로 혼합 배양한 경우가 더 효과적 이었으며 적정 배양시간은 mild yogurt의 경우 8시간 acid yogurt의 경우 9~10시간으로 추정되었고 배양 9시간째 pH 4.08, 산도 1.14% lactose 이용율 24.74%, 유산균수  $2.5 \times 10^{10}/ml$  그리고 점도는 2100 CP이었다. 4°C에서 7일간 저장후 요구르트의 품질 변화

는 pH와 생균수는 감소하였고 산도와 점도는 증가하였다. 고형분 함량 14%인 환원 탈지유에 *L. bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1을 1:1로 혼합한 starter와 시판 호상 요구르트에 사용되는 starter를 사용하여 산도, 유산균 성장, 기호성에 관해 비교한 결과 분리 균주인 *bulgaricus* FRI025와 *S. thermophilus* CH1을 사용한 경우가 시판 호상요구르트 starter를 사용한 경우보다 산생성이나 유산균 성장이 양호 하였으며 기호성이 가장 우수하였다.

## 문 헌

- Davis, J.G., Ashton, T.R. and McCaskill, M. : Enumeration and viability of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* in yogurts. *Dairy Ind.*, **36**, 569(1971)
- Naylor, J. and Sharpe, M.E. : Lactobacilli in cheddar cheese. III. The source of lactobacilli in cheese. *J. Dairy Res.*, **25**, 431(1958)
- Sharpe, M.E. : Taxonomy of the lactobacilli. *J. Dairy Sci. Abstract.*, **24**, 109(1962)
- Buchanan, R.E. : *Bergey's manual of determinative bacteriology* 8th ed., Baltimore Williams and Wilkins, p.576(1974)
- APHA : *Standard method for the examination of dairy products*, 14th ed., American Public Health Association, p.77(1978)
- Elliker, P.R., Anderson, A.W. and Hannessen, G. : An agar culture medium for lactic acid streptococci and lactobacilli. *J. Dairy Sci.*, **39**, 1161(1958)
- Hamann, W.T. and Marth, E.H. : Survival of *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* in commercial and experimental yogurts. *J. Food Prot.*, **47**, 781 (1984)
- Nickerson, T.A., Vujkic, I.F. and Lin, A.Y. : Colorimetric estimation of lactose and its hydrolytic products. *J. Dairy Sci.*, **59**, 386(1975)
- Goodenough, E.R. : *Dissertation Abstract Intern.*, **B**, **26**, 2154(1975)
- Shanley, R.M. : *Australian J. Dairy Technol.*, **28**, 58(1973) [*J. Food prot.*, **43**, 939(1980)]
- Rasic, J.L. and Kurman, J.A. : *Yogurt*, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark, p. 293(1978)
- Galeslout, T.E., Hassing, F. and Vergina, H.A. :

- Symbiosis in yogurt(I). Stimulation of *L. bulgaricus* by factor produced by *S. thermophilus*. *Neth. Milk and Dairy J.*, **22**, 50(1968)
13. Vergian, H.A., Galesloot, T.E. and Davelaar, H. : Symbiosis in yogurt(II) Isolation and identification of a growth factor for *L. bulgaricus* produced by *S. thermophilus*. *Neth. Milk and Dairy J.*, **22**, 115(1968)
14. Tamine, A.Y. and Deeth, H.C. : Yogurt : Technology and biochemistry. *J. Food prot.*, **43**, 939(1980)
15. Marth, E.H : *Fundamentals of dairy chemistry*, 2nd ed., AVI Publishing Co., Inc., p.772(1974)
16. Goodenough, E.R. and Kleyn, D.H. : Qualitative and quantitative changes in carbohydrates during the manufacture of yogurt. *J. Dairy Sci.*, **59**, 45(1975)
17. Euber, J.R. and Brunner, J.R. : Determination of lactose in milk products by HPLC. *J. Dairy Sci.*, **62**, 685(1979)
18. Anon : *Lait*, **925**, 4[*Food Sci. Technol. Abstr.*, **11**, 266(1978)]
19. Gattli, H., Fluckiger, E., Schenker, G. and Walser, F. : Schweiz. Milchz., **110**, 67[*Food Sci. Technol. Abstr.*, **6**, 175(1974)]
20. Davis, J.G. and McLachlan, T. : Yogurt in united kingdom : Chemical and microbiological analysis. *Dairy Ind.*, **39**, 569(1971)
21. Robinson, R.K. and Tamine, A.Y. : Quality appraisal of yogurt. *J. Soc. Dairy Technol.*, **19**, 148(1976)

---

(1987년 8월 19일 접수)