

## 난백분말 첨가 우유에서 젖산균의 산생성, 요구르트의 관능성 및 휘발성 향기 성분의 경시적인 변화

고영태 · 경현민

덕성여자대학교 식품영양학과

### Changes in Acid Production, Sensory Properties of Yogurt and Volatile Aroma Compounds during Lactic Fermentation in Milk added with Egg White Powder

Young-Tae Ko and Hyun-Min Kyung

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

#### Abstract

Changes in titratable acidity, pH, viable cells, sensory properties and volatile aroma compounds of yogurt during lactic fermentation in milk added with egg white powder (EWP) have been studied. Milk added with 1% or 2% (W/V) of EWP was fermented with *Lactobacillus acidophilus* for 30 hr. Acidity of milk added with EWP increased gradually during lactic fermentation for 30 hr, pH dropped gradually and number of viable cells increased and reached stationary phase at about 9 hr. Addition of EWP significantly stimulated acid production by lactic acid bacteria and stimulating effect of 2% EWP addition on acid production was slightly higher than that of 1% EWP addition. Sensory evaluation showed that optimum fermentation time of yogurt prepared from milk added with 2% of EWP was about 15 hr. Gas chromatographic analysis showed that the amount of acetone and butanol decreased gradually and that of ethanol increased until 30 hr. Diacetyl and acetoin were first detected after 6hr and 9hr, respectively, and then increased until 30 hr.

Key words: yogurt, egg white, lactic acid bacteria

#### 서 론

우리나라의 1994년 발효유 생산량은 524,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였으며, 1994년 발효유 매출액은 5천5백억원에 달하였다<sup>(1)</sup>.

수년 전까지는 액상요구르트가 호상요구르트보다 소비량이 훨씬 많았으나, 최근에는 호상요구르트의 소비량도 현저하게 증가하였다. 우리나라의 식품 성분 규격에 따르면, 호상요구르트(농후발효유)의 무지유고형분(milk-solids-not-fat) 함량은 8% 이상으로 액상요구르트(발효유)의 3% 이상과 비교하여 매우 높다. 호상요구르트의 유고형분 함량을 높이기 위하여 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되는데<sup>(2)</sup>, 우리나라 유업회사에서는 우유에 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하는 것이 일반적이다. 첨가된 탈지분유는 호상요구르트의 점도를 증가시키고 유청의 분리를 억제하여 제품의 기호성을 개선시킨다. 호상요구르트의 부드

럽고 매끄러운 gel상의 조직은 우유의 주요 단백질인 카제인이 젖산에 의해서 응고되는 현상이며 탈지분유의 첨가로 젖산균의 산생성이 촉진되어 요구르트의 酸味가 증가하고 조직감이 개선되는 효과도 기대할 수 있다.

본 연구는 "우유와 난백분말을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구"의 일부로서 요구르트의 제조 원료로서는 새로운 소재라고 할 수 있는 난백분말(egg white powder)을 종래 사용되어 오던 탈지분유 대신에 우유에 첨가하여 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향을 조사한 것이다.

본 연구와 관련된 문헌을 살펴보면, 난백을 이용한 요구르트 유사 제품의 제조<sup>(3)</sup>, 유산균에 의한 卵의 발효에 관한 연구<sup>(4,5)</sup>, 잣과 生卵白을 이용한 크림빠다 및 치즈의 제조<sup>(6)</sup> 등이 있다. 이상의 문헌을 자세히 검토하여 보면, 달걀 또는 난백을 이용하여 만든 요구르트에서 젖산균의 생육과 산생성, 점도, 관능성, 향기 성분 등을 체계적으로 조사한 연구는 아직 발표된 바가 없다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 前報<sup>(7)</sup>에 이어서 우유에 난백분말을 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus*)으로 30시간까지 발효시키면서 난백분말 첨가 우유에서 젖산균의 생육과 산생성, 요구르트의 관능성, 휘발성 향기 성분의 經時的인

Corresponding author: Young-Tae Ko, Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-Dong, Dobong-Ku, Seoul 132-714, Korea

변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

요구르트 제조의 재료로 매일우유(평택군 진위면 소재 중부공장)의 시유(전지우유)와 난백분말(Sigma Chemical Co., USA)을 사용하였다. 휘발성 향기성분 분석의 표준물질로는 acetone(특급, Junsei Chemical Co., Japan), ethanol(GC용, 99.8%, Merck Co., Germany), diacetyl(특급, Tokyo Kasei Co., Japan), n-propanol(특급, Junsei Chemical Co., Japan), butanol(특급, Junsei Chemical Co., Japan) 및 acetoin(GC용, 98%, Fluka Chemie, Switzerland) 등을 사용하였다.

### 사용균주

*Lactobacillus acidophilus* KCTC 2182 를 사용하였으며 젖산균주의 보존용배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)를 사용하였다.

### 요구르트의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나(대조군으로 함), 난백분말을 1% 또는 2%(W/V) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 준비된 기질은 60°C로 고정된 수조에서 20분간 가열처리한 후 40°C로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(W/V)의 비율로 접종하여 40°C의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

### 젖산균의 생육과 산생성량 측정

요구르트에서 젖산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 발효가 완료된 요구르트로부터 시료를 일정량 취하여 생균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 측정방법은 고의 방법과 같다<sup>(6)</sup>.

### 요구르트의 관능검사

우유에 2%의 난백분말을 첨가하여 만든 기질을 *L. acidophilus*로 발효시켜 만든 호상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 시료의 발효시간은 요구르트의 커드 상태, 酸味, 유청의 분리 상태 등을 고려하여 12, 15, 18, 21, 24시간으로 하였다. 시료는 50 ml의 종이컵에 30 ml씩 넣은 후 parafilm(American National Can, USA)으로 덮은 후 발효시켰다. 발효가 완료된 요구르트를 냉장고에서 1일 방냉한 후 검사원에게 제공하였다. 관능검사 방법은 多重比較試驗에 준하였으며<sup>(4)</sup>, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 미각이 예민한 검사원 5명을 선정하여 4일간 4회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 우유에 2%의 난백분말을 첨가하고 *L. acidophilus*로 18시간 발효시켜 만든 호상요구르트를 사용하였다.

### 요구르트의 휘발성 향기 성분 분석

요구르트의 휘발성 향기 성분은 김과 고<sup>(10)</sup>, 박<sup>(11)</sup>, 영인과학 GC workshop 교재집<sup>(12)</sup>을 참고로 하여 다음과 같이 분석하였다.

50 ml의 시료를 100 ml의 삼각플라스크에 넣고 50g의 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 내부표준물질로 n-propanol을 50 ppm 첨가하여 rubber septum(24 mm, Sigma Chemical Co., USA)으로 밀봉한 후 50~55°C의 수조에서 20분간 교반하였다. 발생한 headspace gas를 5 ml/gas tight syringe(Hamilton Co., USA)로 1 ml 취하여 HP 5890 Series II gas chromatograph(Hewlett Packard Co., USA)로 분석하였다. 표준물질을 사용하여 머무름시간(retention time)을 비교하여 피크를 확인하고 integrator(HP 3396 B)로 계산된 표준시료와 시료의 피크면적을 비교하여 정량하였다. 표준시료는 lactic acid로 pH를 4.00으로 조정한 우유 50 ml에 50g의 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 첨가하고 여기에 표준물질인 acetone, ethanol, diacetyl, butanol, acetoin 등을 각각 50 ppm 첨가하고 내부표준물질로 50 ppm의 n-propanol을 넣은 후 rubber septum으로 밀봉하여 50~55°C의 수조에서 20분간 교반하였다. 표준시료로부터 발생한 headspace gas를 1 ml 주입시켜 얻어진 피크의 면적과 시료의 피크면적을 비교하여 계산하고, 여기에 표준시료 중의 n-propanol의 면적과 시료중의 n-propanol의 면적 비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 실험은 3회 이상 반복 실시하고 매회 5회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 김과 고의 방법<sup>(10)</sup>과 같다.

### 자료의 처리 및 분석

실험의 결과는 PC-STAT(University of Georgia, USA) software<sup>(13)</sup>를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 최소유의차검정으로 통계처리하였다.

## 결과 및 고찰

### 난백분말 첨가 우유에서 젖산균의 생육과 산생성의 經時的인 변화

난백분말이 첨가된 우유에 *L. acidophilus*를 접종하여 30시간까지 발효시키면서 대조군(우유로 만든 시료)과 생육 및 산생성을 비교 관찰한 결과는 Table 1과 같다.

대조군의 경우 발효 시간이 경과함에 따라 산생성이 완만하게 증가하여 산생성이 가장 높은 것은 30시간 시료로 산도가 1.186%였다. 0시간과 3시간 또는 3시간과 6시간 시료를 제외한 나머지 시료 사이에서는 5% 수준에서 유의차가 인정되었다. 난백분말 1% 첨가 시료의 경우도 발효 시간이 경과함에 따라 산생성이 완만하게 증가하여 30시간 시료의 산생성이 가장 높았으며 0시간과 3시간 시료를 제외한 나머지 시료 사이에는 유의차가 있었다( $p < 0.05$ ). 난백분말 2% 첨가 시료는 산생성의 경시적인 변화가 1% 첨가 시료와 매우 유사하였다.

**Table 1. Changes in titratable acidity during fermentation by *L. acidophilus* in milk added with egg white powder**

Additive <sup>1)</sup>	Fermentation time (hr)							
	0	3	6	9	12	18	24	30
Milk	0.18 <sup>g</sup>	0.198 <sup>bc</sup>	0.216 <sup>f</sup>	0.373 <sup>e</sup>	0.542 <sup>d</sup>	0.841 <sup>c</sup>	1.051 <sup>b</sup>	1.186 <sup>a</sup>
TA(% <sup>2)</sup> )	EWP	0.198 <sup>g</sup>	0.220 <sup>g</sup>	0.259 <sup>f</sup>	0.419 <sup>e</sup>	0.608 <sup>d</sup>	0.922 <sup>c</sup>	1.152 <sup>b</sup>
	1%		± 0.005	± 0.013	± 0.014	± 0.059	± 0.024	± 0.013
	EWP	0.218 <sup>g</sup>	0.245 <sup>g</sup>	0.297 <sup>f</sup>	0.479 <sup>e</sup>	0.684 <sup>d</sup>	0.995 <sup>c</sup>	1.222 <sup>b</sup>
	2%	± 0.004	± 0.008	± 0.018	± 0.010	± 0.051	± 0.014	± 0.008

<sup>1)</sup>Milk: Sample prepared from milk only

EWP: Egg white powder

<sup>2)</sup>% Titratable acidity as lactic acid.

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.

**Table 2. Effect of egg white powder addition on acid production by *L. acidophilus* in milk added with EWP**

Additive <sup>1)</sup>	Fermentation time (hr)							
	0	3	6	9	12	18	24	30
Milk	0	0.018 <sup>b</sup>	0.036 <sup>b</sup>	0.193 <sup>c</sup>	0.362 <sup>b</sup>	0.661 <sup>c</sup>	0.871 <sup>c</sup>	1.006 <sup>c</sup>
TA(% <sup>2)</sup> )	EWP	0	0.022 <sup>ab</sup>	0.061 <sup>a</sup>	0.221 <sup>b</sup>	0.410 <sup>ab</sup>	0.724 <sup>b</sup>	0.954 <sup>b</sup>
	1%		± 0.005	± 0.014	± 0.014	± 0.059	± 0.024	± 0.013
	EWP	0	0.027 <sup>a</sup>	0.079 <sup>a</sup>	0.261 <sup>a</sup>	0.466 <sup>a</sup>	0.777 <sup>a</sup>	1.004 <sup>a</sup>
	2%		± 0.008	± 0.018	± 0.010	± 0.051	± 0.014	± 0.008

<sup>1)</sup> See footnote in Table 1.

<sup>2)</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 column not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

**Table 3. Changes in pH during fermentation by *L. acidophilus* in milk added with egg white powder**

Additive <sup>1)</sup>	Fermentation time (hr)							
	0	3	6	9	12	18	24	30
Milk	6.64	6.53	6.37	5.69	5.04	4.26	4.00	3.88
pH <sup>2)</sup> )	EWP	6.59	6.46	6.22	5.62	4.89	4.26	4.00
	1%							
EWP	6.54	6.44	6.11	5.49	4.79	4.26	4.01	3.93
2%								

<sup>1)</sup> See footnote in Table 1.

<sup>2)</sup> Median values of five replications

Table 2의 적정산도는 일정시간 발효 후에 측정할 산도에서 접종 직후(0 hr)의 산도를 빼 수치로서 젖산균 발효에 의하여 생성된 산도를 의미하는 것이다. 전체발효시간에 걸쳐서 대조군보다 난백분말 첨가 시료의 산생성이 높았으며 난백분말 1% 첨가 시료보다 2% 첨가 시료의 산도가 다소 높았다. 대조군과 난백분말 첨가시료 사이에는 대체로 유의적인 차이를 보였다(p<0.05).

Table 3은 pH의 경시적인 변화를 보여주는 것으로서 대조군과 난백분말 첨가 시료의 pH가 완만하게 저하하였으며, 발효 24시간 까지는 난백분말 첨가 시료의 pH가 대조군보다 다소 낮거나 같았다. pH의 경시적인 변화 또는 난백 첨가 시료의 pH가 대조군보다 낮은 점은 Table 1의 산도의 결과와 경향이 일치하는 것이었다.

Table 4는 생균수의 경시적인 변화를 보여주는 것으로서 대조군과 난백분말 첨가 시료 어느 경우나 발효가 진행됨에 따라 생균수가 완만하게 증가하여 30시간 또는 24시간에 가장 높은 수치를 나타냈으며, 대조군과 난백분말 첨가 시료 사이에 생균수의 차이는 없었다. 한편 Table 4의 결과를 생육곡선 측면에서 해석할 때 lag phase는 3~6시간까지이며, log phase는 그 후부터 9시간까지이며, 9시간 이후 30시간까지는 stationary phase에 상당하는 것으로 생각된다.

이상의 산도, pH, 생균수의 결과로부터 난백분말이 첨가된 우유에서 젖산균의 산생성은 30시간까지 완만하게 증가하고, pH는 서서히 저하하며, 생균수는 9시간을 전후로 하여 stationary phase에 도달하는 것을 알 수

**Table 4. Changes in viable cell during fermentation by *L. acidophilus* in milk added with egg white powder**

	Additive <sup>1)</sup>	Fermentation time (hr)							
		0	3	6	9	12	18	24	30
Viable cell count (CFU) <sup>2)</sup>	Milk	1.1×10 <sup>8</sup>	1.6×10 <sup>8</sup>	3.0×10 <sup>8</sup>	1.3×10 <sup>9</sup>	1.8×10 <sup>9</sup>	3.0×10 <sup>9</sup>	3.8×10 <sup>9</sup>	4.8×10 <sup>9</sup>
	EWP 1%	2.0×10 <sup>8</sup>	2.0×10 <sup>8</sup>	4.6×10 <sup>8</sup>	1.8×10 <sup>9</sup>	2.4×10 <sup>9</sup>	3.4×10 <sup>9</sup>	4.8×10 <sup>9</sup>	4.2×10 <sup>9</sup>
	EWP 2%	1.7×10 <sup>8</sup>	1.9×10 <sup>8</sup>	3.8×10 <sup>8</sup>	1.8×10 <sup>9</sup>	2.4×10 <sup>9</sup>	4.2×10 <sup>9</sup>	5.4×10 <sup>9</sup>	3.8×10 <sup>9</sup>

<sup>1)</sup>See footnote in Table 1.

<sup>2)</sup>Mean values of five replications

있었다. 한편 우유에 첨가된 난백분말은 젖산균의 산생성을 촉진시키며 이와 같은 촉진 효과는 1% 보다 2%가 다소 높음을 알 수 있었다.

한편 본 실험의 결과를 前報<sup>7)</sup>의 실험결과와 비교해 보면, *L. acidophilus* 24시간의 경우 대조군과 난백분말 첨가 시료의 산도는 다소 낮은 경향을 보였고 pH와 생균수는 거의 유사한 수치를 보였다. 산도가 다소 낮은 경향을 보인 이유는 前報<sup>7)</sup>의 실험자와 본 실험의 실험자가 서로 다르기 때문이라고 생각된다.

대조군보다 난백분말 첨가시료의 산생성이 높은 이유는 난백분말 내에 젖산균의 산생성을 촉진하는 물질이 들어 있기 때문이라고 생각된다. *Lactobacillus*는 영양소의 제한된 생합성 능력만을 지니고 있으므로 種에 따라 차이가 있지만 일반적으로 아미노산, 펩타이드, 핵산유도체, 비타민, 염, 지방산, 당류 등의 영양소를 필요로 한다<sup>14)</sup>. *L. acidophilus*의 경우 acetate(또는 mevalonic acid), riboflavin, calcium pantothenate, niacin, folic acid 등을 필요로 한다고 알려져 있다<sup>14)</sup>.

난백은 단백질을 주성분으로 하는 점성물질로서 대략 수분 88%, 단백질 10.1%, 탄수화물 1.23%, 회분 0.56%, 소량의 지질과 미량의 비타민(thiamin, riboflavin, niacin, pantothenate 등)이 함유되어 있다<sup>15,16)</sup>. 이 가운데서 비타민과 같은 성분이 젖산균의 산생성을 촉진시켰을 가능성이 있으나, 젖산균의 영양요구가 다양하고 난백에 함유된 성분이 다양하여 본 실험의 결과만으로는 난백 중의 어떤 성분이 젖산균 발육촉진물질인가 알 수 없으며 이 부분에 대하여는 앞으로 보다 상세한 연구가 필요하다고 생각된다.

김 등<sup>4)</sup>은 58°C, 30분간 가열처리한 무가당 및 가당 소멸에 *S. lactis*, *L. casei* 및 *S. faecalis*를 접종하여 24시간 발효시키면서 젖산균수, 적정산도 및 pH의 경시적인 변화를 조사하였는데, 무가당 소멸에서는 *L. casei*의 생균수, 적정산도가 가장 높았고, pH가 가장 낮았다고 보고하였다.

Lin과 Cunningham<sup>3)</sup>은 액상의 난백에 *L. bulgaricus* 또는 *S. thermophilus*를 접종하고 24시간 발효시키면서 생균수와 pH의 변화를 관찰하였다. *L. bulgaricus*는 발효 4시간과 16시간 사이에 생균수가 급격히 증가하고 pH는

**Table 5. Changes in sensory properties of yogurt prepared from milk added with egg white powder<sup>1)</sup>**

	Fermentation time (hr)				
	12 hr	15 hr	18 hr	21 hr	24 hr
	(Reference) <sup>2)</sup>				
Overall	4.60 <sup>c</sup>	5.75 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>	4.40 <sup>c</sup>	4.05 <sup>d</sup>
Acceptability	± 0.68	± 0.44		± 0.50	± 0.22
Taste	4.65 <sup>c</sup>	5.85 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>	4.45 <sup>c</sup>	3.90 <sup>d</sup>
	± 0.67	± 0.37		± 0.51	± 0.31
Odor	4.90 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>	4.95 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>
	± 0.45		± 0.51	± 0.56	± 0.44
Texture	4.50 <sup>c</sup>	4.90 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.15 <sup>b</sup>	5.60 <sup>a</sup>
	± 0.61	± 0.55	± 0.46	± 0.49	± 0.50

<sup>1)</sup>Sample was prepared from milk added with 2%(W/V) of EWP and fermented with *L. acidophilus*.

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>2)</sup>Reference: Yogurt prepared from milk added with 2%(W/V) of EWP and fermented with *L. acidophilus* for 18 hr.

8시간 후에 현저하게 저하하였다. 그러나 *S. thermophilus*는 24시간 발효하는 동안 생균수가 감소하였으며, 두 균주를 혼합하여 사용했을 때 *S. thermophilus*의 생균수가 16시간 이후부터 다소 증가하였다.

그런데 김 등<sup>4)</sup>의 연구와 Lin과 Cunningham<sup>3)</sup>의 연구는 젖산균의 발효 기질로서 소멸 또는 액상난백을 사용하였으므로 우유에 난백분말을 첨가하여 젖산균의 기질로 사용한 본 실험의 결과와 직접 비교하기는 다소 어렵다고 생각된다.

#### 요구르트의 관능성의 經時的인 변화

우유에 2%의 난백분말을 첨가하여 만든 기질을 *L. acidophilus*로 12, 15, 18, 21, 24시간 발효시켜 만든 호상의 요구르트를 관능검사의 시료로 사용하였고, 前報<sup>7)</sup>의 실험결과를 참고로 하여 18시간 시료를 표준시료로

**Table 6. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in milk added with egg white powder<sup>1)</sup>** (unit: ppm)

Compound	Fermentation time(hr)							
	0	3	6	9	12	18	24	30
Acetone	3.32 ± 0.25	3.02 ± 0.37	2.94 ± 0.31	2.53 ± 0.14	2.36 ± 0.35	2.29 ± 0.08	1.96 ± 0.17	1.87 0.26
Ethanol	2.87 ± 0.41	3.22 ± 0.44	14.30 ± 1.83	18.81 ± 1.50	21.19 ± 5.31	21.91 ± 2.71	22.10 ± 2.70	22.62 ± 2.21
Diacetyl	— <sup>2)</sup>	— <sup>2)</sup>	1.39 ± 0.20	2.41 ± 0.54	2.68 ± 0.20	2.63 ± 0.30	2.70 ± 0.37	2.90 ± 0.52
Butanol	3.49 ± 0.50	3.03 ± 0.37	3.04 ± 0.28	2.96 ± 0.18	2.85 ± 0.50	2.83 ± 0.22	2.52 ± 0.41	2.58 ± 0.42
Acetoin	— <sup>2)</sup>	— <sup>2)</sup>	— <sup>2)</sup>	109.06 ± 49.32	167.69 ± 61.70	171.49 ± 72.68	229.38 ± 77.83	242.24 ± 36.98

<sup>1)</sup> Sample was prepared from milk added with 2 % (W/V) of EWP.

Mean values and standard deviations of ten or more replications

<sup>2)</sup> —: Trace

하였다.

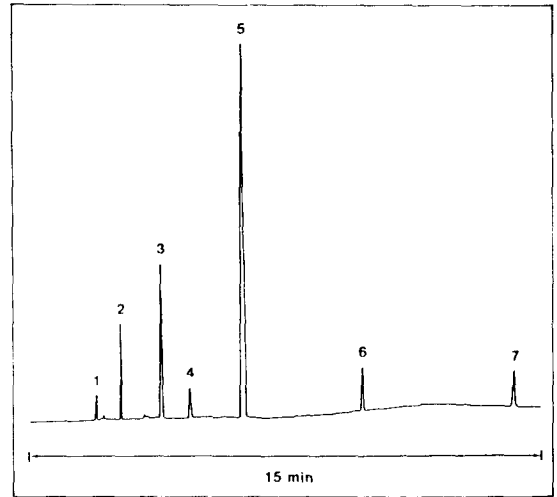
Table 5에 나타난 바와 같이 전체적인 기호도(overall acceptability)는 15시간 시료가 가장 우수하고 15시간 전과 後의 시료는 기호도가 저하하여 24시간 시료의 기호도가 가장 낮았다. 15시간 시료와 다른 시료 사이에는 5% 수준에서 유의차를 보였다. 맛(taste)은 전체적인 기호도와 유사한 경향을 보여 15시간 시료가 가장 우수하였다. 냄새(odor)는 15시간 시료와 21시간 시료가 다소 우수하고 다른 시료는 점수가 다소 낮았다. 한편 조직감(texture)은 발효시간이 경과할수록 점수가 증가하여 30시간 시료가 가장 우수하였다.

15시간 시료의 맛(taste)이 가장 우수한 것은 12시간 시료는 酸味가 너무 약하고, 21시간과 24시간 시료는 酸味가 너무 강하여 요구르트로서 식용에 적합하지 않았기 때문이라고 생각된다. 냄새(odor)는 시료 사이에 큰 차이가 없으나 24시간 시료의 기호성이 다소 낮은 것은 24시간 시료의 젖산균 발효량이 다른 시료보다 다소 강하기 때문이라고 생각된다. 조직감(texture)은 12시간 시료의 경우 커드가 약하고 커드 위에 생성된 유청의 양이 많아서 기호성이 낮았으며, 발효시간이 경과함에 따라 커드의 상태가 개선되고 유청의 양이 감소하여 24시간 시료의 조직감이 다른 시료보다 우수하게 평가됐다고 생각된다. 한편 전체적인 기호도(overall acceptability)는 냄새나 조직감보다 맛에 의하여 가장 큰 영향을 받기 때문에 전체적인 기호도와 맛이 유사한 경향을 나타낸 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 우유에 난백분말 2%를 첨가하고 *L. acidophilus*로 발효시켜 만든 호상요구르트의 적정 발효 시간은 15시간 전후임을 알았으며, 이 시간에서 요구르트의 적정산도는 0.684~0.995% 사이, pH는 4.79~4.26 사이라고 생각된다(Table 1, Table 3 참조).

요구르트의 휘발성 향기 성분의 經時的인 변화

Table 6은 우유에 2%의 난백분말을 첨가하여 만든



**Fig. 1. GC chromatogram of volatile flavor compounds in 30 hr sample prepared by *L. acidophilus***

2. acetone; 3. ethanol; 4. diacetyl; 5. n-propanol; 6. butanol; 7. acetoin

기질을 *L. acidophilus*로 30시간까지 발효시키면서 몇가지 휘발 성분을 분석한 결과이다.

Acetone과 Butanol은 0시간에 각각 3.32 ppm과 3.49 ppm이던 것이 발효 시간이 경과함에 따라 점차적으로 감소하여 30시간에 1.87 ppm과 2.58 ppm이 되었고, Ethanol은 0시간에 2.87 ppm이던 것이 30시간까지 증가하여 22.62 ppm이 되었다. Diacetyl은 접종 직후에는 존재하지 않았으나 6시간에 처음 탐지되어 30시간까지 점차적으로 증가하여 1.39 ppm에서 2.90 ppm이 되었다. Acetoin은 9시간에 처음 탐지되어 30시간까지 증가하여 109.06 ppm에서 242.24 ppm이 되었다.

Fig. 1은 30시간 시료의 GC chromatogram으로 7개의 피크가 나타났는데 이 가운데서 성분이 확인된 피크는 2

번(acetone), 3번(ethanol), 4번(diacetyl), 6번(butanol) 및 7번(acetoin)이며 5번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크이다. 1번(1.946 min)피크는 성분이 확인되지 않았다.

Acetone은 우유와 MRS broth에서 유래된 것으로<sup>(17)</sup>, 발효 중 휘발된 것으로 생각되며, Butanol은 MRS broth에서 유래된 것으로<sup>(17)</sup>, 이 성분도 발효 과정에서 일부 휘발된 것으로 생각된다. Ethanol의 일부는 우유에서 유래되었으나<sup>(17)</sup>, 대부분이 발효에 의하여 생성된 것이다.

본 실험에 사용된 *L. acidophilus* KCTC 2182는 발효 과정에 ethanol, diacetyl, acetoin을 생성하였으며, 이 가운데서 diacetyl은 낮은 농도로 존재하지만 요구르트의 주요한 휘발성 향기 성분으로 알려져 있고, acetoin은 양적으로는 diacetyl보다 현저하게 높으나 요구르트의 향기에 diacetyl만큼 기여하지는 않으며, ethanol도 요구르트의 향기에 그다지 중요하지는 않은 것으로 알려져 있다<sup>(18)</sup>. 본 실험에서 탐지된 휘발성분 가운데 우유에서 유래된 acetone은 요구르트의 전체적인 향기에 다소 기여하지만, MRS 액체 배지에서 유래된 butanol은 요구르트의 향기에 도움이 되지 않는 것으로 알려져 있다<sup>(18)</sup>. Acetaldehyde, 휘발성 지방산, 2-butanone도 요구르트의 향기에 기여한다고 알려져 있으나<sup>(18)</sup>, 본 실험에서는 확인되지 않았다.

문헌<sup>(18-20)</sup>에 보고된 요구르트의 휘발성 향기 성분의 패턴과 *L. acidophilus*KCTC 2182를 사용하여 얻어진 본 연구의 결과는 대체로 유사한 경향을 보였으며, 다소 차이가 있는 이유는 젖산균 중에서도 種(species) 또는 菌株(strain)에 따라 생성대사산물에 차이가 있으며<sup>(21)</sup>, 휘발 성분의 채취 및 분석 방법에도 차이가 있기 때문이라고 생각된다.

## 요 약

본 연구에서는 우유에 난백분말을 첨가하고 *Lactobacillus acidophilus*로 30시간까지 발효시키면서 난백분말 첨가 우유에서 젖산균의 생육과 산생성, 요구르트의 관능성, 휘발성 향기성분의 경시적인 변화를 조사하였다. 난백분말이 첨가된 우유에서 젖산균의 산생성은 30시간까지 완만하게 증가하고, pH는 서서히 저하하며, 생균수는 9시간을 전후로 하여 stationary phase에 도달하였다. 한편 우유에 첨가된 난백분말은 젖산균의 산생성을 촉진시키며 이와 같은 촉진 효과는 1%보다 2%가 다소 높았다. 관능검사의 결과를 보면 우유에 난백분말 2%를 첨가하고 젖산균으로 발효시켜 만든 호상요구르트의 적정 발효 시간은 15시간 전후였다. GC에 의한 휘발 성분 분석의 결과를 보면 acetone과 butanol은 30시간까지 점차적으로 감소하고, ethanol은 30시간까지 증가하고, diacetyl과 acetoin은 접종 직후에는 존재하지 않았으나

각각 6시간과 9시간에 처음 탐지되어 30시간까지 증가하였다.

## 문 헌

1. 한국유가공협회 편집부: 유업통계. 우유, 통원 제 60호, 58 (1995)
2. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yogurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.17 (1985)
3. Lin, J. and Cunningham, F.E.: Preparation of a Yogurt-like product containing egg white. *J. of Food Sci.*, **49**, 1444 (1984)
4. 김창한, 하정옥, 김시관: 유산균에 의한 난의 발효에 관한 연구, 제 1보: 발효란 중의 유산균수, 적정산도 및 pH 변화. *한국식품과학회지*, **15**, 118 (1983)
5. 김창한, 하정옥, 김시관: 유산균에 의한 난의 발효에 관한 연구, 제 2보: 발효란 중의 단백질 변화. *한국식품과학회지*, **15**, 123 (1983)
6. 강양진, 조현희: 발효식품 제조법. 특허공보 제 303호 (1977)
7. 고영태: 난백분말의 첨가가 호상요구르트에서 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **27**, 458 (1995)
8. 고영태: 두유에 첨가된 유제품이 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **22**, 183 (1990)
9. Larmond, E.: *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture, Ottawa, p.31 (1977)
10. 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 휘발성 향기 성분. *한국식품과학회지*, **25**, 136 (1993)
11. 박승국: 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가?. *식품과학과 산업*, **24**(4), 88 (1991)
12. 영인과학: GC Workshop 교재집. 영인과학, 서울(1991)
13. University of Georgia: PC-STAT. University of Georgia, USA (1985)
14. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E.: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 8th ed., The Williams and Wilkins Co., Baltimore, p.576 (1974)
15. Zabik, M.E.: Eggs and egg products. In *Food Theory and Applications*, 2nd ed., Bowers, J.(ed), Macmillan Publishing Co., New York, p.359 (1992)
16. 안효일, 김형기, 이성갑, 양철영, 양종범, 윤원호: 축산 식품가공학. 세진사, 서울, p.319 (1990)
17. 김경희: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 덕성여자대학교 박사학위논문 (1993)
18. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.90 (1978)
19. Marshall, V.: Flavour development in fermented milks. In *Advances in the Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*, Davies, F.L. and Law, B.A.(ed), Elsevier Applied Science Publishers, London, p.153 (1984)
20. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yoghurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.300 (1985)
21. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.92 (1978)