

## 전분의 첨가가 호상요구르트에서 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향

엄성신 · 유지창 · 고영태  
덕성여자대학교 식품영양학과

### The Effects of Starch Addition on Acid Production By Lactic Acid Bacteria and Quality of Curd Yogurt

Sung-Sin Um, Ji-Chang Yoo and Young-Tae Ko

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

#### Abstract

A curd yogurt was prepared from milk added with skim milk powder or four kinds of starch such as rice starch, wheat starch, corn starch and potato starch. The effects of starch addition at 2%(w/v) level on acid production by lactic acid bacteria in milk was investigated. The effects of starch addition on quality of curd yogurt in terms of apparent viscosity, sensory property and volatile aroma compounds were also examined. Addition of starch markedly stimulated the acid production by lactic acid bacteria. Among four organisms tested, *Lactobacillus jugurti* produced the highest amount of acid. Apparent viscosity of curd yogurt added with starch was significantly higher than that of control. Curd yogurt fermented with *L. jugurti* showed pseudoplastic and thixotropic characteristics. Sensory property of curd yogurt added with corn starch or rice starch was evaluated as slightly better than reference sample, but that with potato starch was evaluated as the worst among all samples. Acetaldehyde, acetone, ethanol and butanol were detected by gas chromatographic analysis.

Key words: yogurt, starch, lactic acid bacteria

#### 서 론

우리나라의 식품 성분 규격에 따르면, 호상요구르트(농후발효유)의 무지유고형분(milk-solids-not-fat) 함량은 8% 이상으로 액상요구르트(발효유)의 3% 이상과 비교하였을 때 매우 높다. 호상요구르트의 유고형분 함량을 높이기 위하여 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되고 있다<sup>(1)</sup>. 우리나라 유업회사에서는 우유에 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하여 호상요구르트의 유고형분 함량을 높이고 있다. 호상요구르트의 부드럽고 매끄러운 gel 상의 조직은 우유의 주요 단백질인 카제인의 젖산에 의한 응고성을 이용한 것으로서 조직이 너무 뭉거나 유청이 분리되는 경우에는 소비자들에게 부정적인 영향을 미치게 된다. 적절하게 제조된 호상요구르트의 경우에는 이와같은 현상은 거의 발생하지 않지만 제품에 따라서는 소비자들의 기호성을 높이기 위하여 첨가물을 필요로 하는 수가 있다. 이와 같은 목적으로 사용되는 첨가물이 안정제이며 일반적으로

로 낮은 농도의 젤라틴, 펙틴, 한천 등이 사용되고 있다<sup>(2,3)</sup>. 이들 안정제를 적절하게 사용하면 호상요구르트의 점도가 증가하고 유청의 분리가 억제되어 첨가하지 않은 제품보다 관능성을 크게 개선시킬 수 있다<sup>(2,3)</sup>. 안정제의 사용은 과일시럽 첨가 요구르트의 경우에 있어서 특히 중요하며<sup>(2)</sup>, 우리나라의 일부 유업회사에서는 낮은 농도의 펙틴을 첨가하여 호상요구르트의 기호성을 높이고 있다.

본 연구와 관련된 문헌, 즉 우유에 유고형분 이외의 성분을 첨가하여 요구르트 또는 이와 유사한 발효유제품을 만들고자 하는 연구를 살펴보면 다음과 같다.

우유에 대두 또는 대두단백질을 첨가한 연구<sup>(4)</sup>, 우유에 쌀가루를 첨가한 연구<sup>(5,6)</sup>, 탈지유에 보리당화액을 첨가한 연구<sup>(7,8)</sup>, 물소젖에 밀호화액을 첨가한 연구<sup>(9)</sup>, 우유에 곡류를 첨가한 연구<sup>(10,11)</sup>, 쌀과 대두단백질을 이용한 발효유제품 제조에 관한 연구<sup>(12)</sup> 등을 그 예로 들 수 있겠다.

이상의 문헌을 자세히 검토하여 보면 곡류전분 또는 감자전분을 유고형분 대신에 우유에 첨가하여 호상요구르트의 점도를 높이고, 유청의 분리를 억제하여 제품의 관능성을 개선시키고자 하는 연구는 아직 발표된 바가 없다. 이와 같은 시점에서 종래 사용되어 오던 유고형분 또는 안정제 대신에 전분을 우유에 첨가하여 그 효과를

Corresponding author: Young-Tae Ko, Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-dong, Dobong-ku, Seoul 132-714, Korea

관찰하는 것은 가치있는 연구라고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 전분(쌀전분, 밀전분, 옥수수전분, 감자전분)을 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus* 4종)으로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 전분의 첨가가 젖산균의 산생성 및 요구르트의 품질(점도, 관능성, 휘발성 향기성분)에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

매일우유(평택군 진위면 소재 중부공장)의 시유(전지우유)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였으며, 고형분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유), 쌀전분(Sigma Chemical Co., USA), 밀전분(Sigma Chemical Co., USA), 옥수수전분(Junsei Chemical Co., Japan) 및 감자전분(Junsei Chemical Co., Japan)을 사용하였다. 휘발성 향기성분 분석의 표준물질로는 acetaldehyde(GC용, 99.5% 이상, Fluka Chemie, Switzerland), acetone(특급, Junsei Chemical Co., Japan), ethanol(GC용, 99.8%, Merck Co., F.R. Germany), diacetyl(특급, Toyko 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), *L. casei*(IFO 3425), *L. delbrueckii*(IFO 3202), *L. jugurti*(ATCC 13866)의 4종의 균주를 선택하여 사용하였으며 젖산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)를 사용하였다.

### 요구르트의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나(대조군으로 함), 고형분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유, 쌀전분, 밀전분, 옥수수전분 또는 감자전분을 2%(w/v) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 준비된 기질은 95°C로 고정된 수조에서 10분간 가열처리하여 살균한 후 약 40°C로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(w/v)의 비율로 접종하여 40°C의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

### 젖산균의 산생성량 측정

요구르트에서 젖산균의 산생성을 조사하기 위하여 발효가 완료된 요구르트로부터 시료를 일정량 취하여 적정산도와 pH를 측정하였다. 측정방법은 고<sup>(13)</sup>의 방법에 준하였다.

### 요구르트의 점도 측정

살균된 250 ml 비이커에 기질을 200 ml씩 준비하여 4종의 젖산균으로 발효시킨 다음 5°C 냉장고에서 24시간 방냉한 후 Brookfield-Viscometer(Model LV, Brookfield Engineering Lab., USA)의 3번 rotor를 사용하여 12 rpm에서 1분 간격으로 점도를 측정하여 4분에서 8분까지의 평균치를 data로 취하였다. 호상요구르트 점도의 시간의존성(time dependence)을 관찰하는 실험에서는 *L. jugurti*로 만든 시료를 1분 간격으로 10분간 측정하였다. 호상요구르트의 전단속도에 따른 점도 변화를 조사하는 실험에서는 *L. jugurti*로 만든 시료의 점도를 Brookfield 점도계의 3번 rotor를 사용하여 rpm을 달리하면서 측정하였다. 점도 측정시 모든 시료의 온도는 9~11°C로 유지하였으며, 이상의 모든 실험은 6회 이상 반복 실시하였다.

### 요구르트의 관능검사

우유에 2%의 탈지분유 또는 4종의 전분을 첨가하여 만든 기질을 *L. jugurti*를 사용하여 24시간 발효시켜 만든 호상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 발효가 완료된 요구르트를 충분히 교반한 후 5°C 냉장고에서 수시간 방냉하고 요구르트의 20%(w/v)에 상당하는 딸기잼(오투기식품)을 가한 뒤 검사원에게 제공하였다. 관능검사 방법은 多重比較試驗에 준하였으며<sup>(14)</sup>, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 5일간 5회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 고형분 함량이 낮은 우유요구르트(대조군) 대신에 곡류첨가군과 고형분 함량이 같은 탈지분유 첨가군으로 만든 호상요구르트를 사용하였다.

### 요구르트의 휘발성 향기 성분 분석

요구르트의 휘발성 향기 성분은 문 등<sup>(15)</sup>, 박<sup>(16)</sup>, 영인 과학 GC workshop 교재집<sup>(17)</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 가하여 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 조정된 우유 50 ml에 50g의 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 첨가하고 여기에 표준물질인 acetaldehyde, 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 면적비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다.

실험은 2회 이상 반복 실시하고 매회 10번씩 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 김과 고의 방법<sup>(11)</sup>과 같다.

#### 자료의 처리 및 분석

실험의 결과는 PC-STAT(University of Georgia, USA) software<sup>(18)</sup>를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 최소유의차 검정으로 통계처리하였다.

### 결과 및 고찰

#### 전분의 첨가가 젖산균의 산생성에 미치는 영향

탈지분유 또는 4종의 전분이 2% 첨가된 우유에 4종의 젖산균을 각각 접종하여 24시간 발효한 후 대조군(우유 요구르트)과 산생성을 비교 관찰한 결과는 Table 1과 같다.

*L. jugurti*의 경우 산생성이 가장 높았던 것은 탈지분유를 첨가한 것으로 산도가 2.288%였다. 그 다음으로 산도가 높았던 것은 전분 첨가시료였으며 대조군은 2.010%로 산생성이 가장 저조하였다. 대조군과 다른 실험군 사이에 5% 수준에서 유의차가 있었다. *L. acidophilus*, *L. casei* 및 *L. delbrueckii*의 경우도 *L. jugurti*와 대체적으로 유사한 경향을 보여 탈지분유 첨가군의 산생성이 가장 높았고 대조군의 산생성이 가장 저조하였다.

pH는 대조군이 전분 첨가군보다 다소 높은 경향을 나타냈는데, 이와 같은 결과는 대조군보다 전분 첨가군의 적정산도가 높은 것과 대체로 일치하는 경향이었다. 한편 탈지분유 첨가군은 산생성이 대조군보다 높음에도 불구하고 pH가 높았는데 그 이유는 탈지분유에 함유된 인

산염, 유단백질 등의 pH 완충작용에 기인하는 것으로 생각된다<sup>(19)</sup>.

이상의 결과로 우유에 탈지분유나 전분을 첨가하는 것이 젖산균의 산생성을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었다. 탈지분유의 첨가로 젖산균의 산생성이 촉진되는 것은 젖산균이 이용할 수 있는 무기유고형분, 즉 영양소의 함량이 증가하고 pH 완충작용에 의하여 젖산균의 일차대사산물인 젖산의 생성량이 증가하였기 때문이라고 생각된다. 한편 대조군보다 전분 첨가군의 산생성이 높은 이유는 전분 속에 매우 낮은 농도이긴 하지만 젖산균 산생성 촉진물질이 함유되어 있기 때문이라고 생각된다. 젖산균은 제한된 생합성 능력만을 지니고 있으므로 일반적으로 아미노산, 비타민, purine, pyrimidine 등의 복합영양소를 필요로 한다<sup>(20)</sup>. *L. jugurti*의 경우 riboflavin, pantothenate, niacin, pyridoxal(또는 pyridoxamine), Mg 등을 필요로 하며, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* 등도 이와 유사한 발육촉진물질을 필요로 한다고 알려져 있다<sup>(21)</sup>.

본 실험에서 사용한 전분은 곡류와 감자에서 만들어진 것으로서 곡류와 감자에는 높은 농도의 무기질과 낮은 농도이긴 하지만 여러가지 비타민이 함유되어 있으므로<sup>(22)</sup>, 전분에도 곡류나 감자에서 유래된 무기질과 비타민이 미량 함유되어 있다고 생각할 수 있고, 이들 무기질과 비타민에 의하여 젖산균의 일차대사산물인 젖산의 생성이 촉진되었으며, 따라서 대조군(우유요구르트)보다 산생성이 높았던 것으로 생각된다. 그러나 유제품 제조에 사용되는 젖산균은 일반적으로 전분분해효소 활성을 지니고 있지 않으므로<sup>(21)</sup>, 본 연구에서 사용된 젖산균들이 전분을 탄소원으로 이용하여 대조군보다 산생성을 증가시켰다고 판단하기는 어려우며, 앞으로 이 부분에 대해서는 생균수 측정 등을 포함하여 보다 상세한 연구가 필요하다고 생각된다.

Table 1. Effect of additives and cultures on acid production in milk

Culture <sup>1)</sup>	Additive <sup>2)</sup>						
	Control	SMP	RS	WS	CS	PS	
Titratable acidity(% <sup>3)</sup> )	LJ	2.010 <sup>d</sup> ±0.022	2.288 <sup>a</sup> ±0.026	2.150 <sup>b</sup> ±0.011	2.147 <sup>b</sup> ±0.022	2.138 <sup>b</sup> ±0.026	2.110 <sup>c</sup> ±0.026
	LA	0.930 <sup>d</sup> ±0.019	1.106 <sup>b</sup> ±0.028	0.982 <sup>bc</sup> ±0.026	0.999 <sup>b</sup> ±0.028	0.984 <sup>bc</sup> ±0.031	0.963 <sup>c</sup> ±0.012
	LC	0.745 <sup>e</sup> ±0.015	0.914 <sup>a</sup> ±0.021	0.825 <sup>b</sup> ±0.014	0.762 <sup>d</sup> ±0.017	0.817 <sup>b</sup> ±0.014	0.782 <sup>c</sup> ±0.014
	LD	0.802 <sup>d</sup> ±0.016	0.960 <sup>a</sup> ±0.017	0.866 <sup>b</sup> ±0.016	0.831 <sup>c</sup> ±0.016	0.863 <sup>b</sup> ±0.015	0.846 <sup>c</sup> ±0.015
pH <sup>4)</sup>	LJ	3.44	3.47	3.41	3.41	3.41	3.41
	LA	4.05	4.10	4.02	4.00	4.03	4.02
	LC	4.22	4.29	4.17	4.21	4.16	4.19
	LD	4.20	4.25	4.13	4.14	4.13	4.14

<sup>1)</sup>LJ: *L. jugurti*, LA: *L. acidophilus*, LC: *L. casei*, LD: *L. delbrueckii*

<sup>2)</sup>SMP: skim milk powder, RS: rice starch, WS: wheat starch, CS: corn starch, PS: potato starch

<sup>3)</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 seven or more replications.

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

<sup>4)</sup>Median values of seven or more replications.

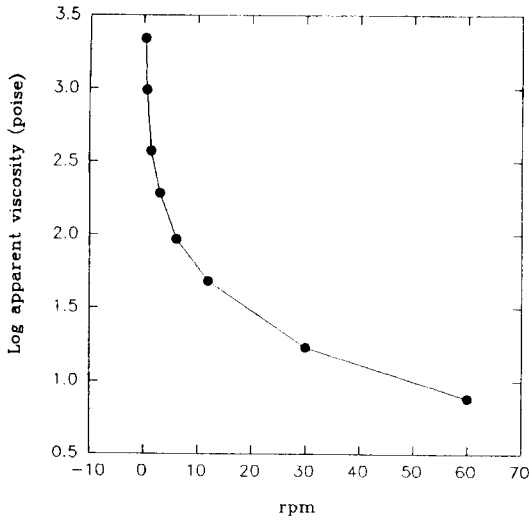


Fig. 1. Non-Newtonian characteristics of curd yogurt prepared from milk and *L. jugurti*

한편 접종된 4종의 젖산균 중에서 산생성도가 가장 우수한 것은 *L. jugurti*였으며 따라서 이후의 실험에서 단일 균주만을 사용할 필요가 있을 때는 *L. jugurti*를 사용하였다.

전분의 첨가가 요구르트의 점도에 미치는 영향

Table 2는 요구르트의 점도에 미치는 첨가물의 효과를 관찰한 것이다. *L. jugurti*의 경우 대조군보다 탈지분유 첨가군 또는 전분 첨가군의 점도가 높았으며, 탈지분유 첨가군보다 전분 첨가군의 점도가 다소 높았다. 다른 3종의 젖산균의 경우도 대조군보다 첨가군의 점도가 대체적으로 높았으며, 첨가군 중에서는 쌀전분 첨가시료의 점도가 가장 낮았다. 탈지분유 첨가군은 대조군보다 고형분 함량이 높기 때문에 점도가 높았고, 전분 첨가군은 첨가된 전분으로 인하여 점도가 증가한 것으로 생각된다.

Fig. 1은 호상요구르트의 전단속도에 따른 점도 변화를 조사하기 위하여 *L. jugurti*로 만든 시료의 점도를 회전속 점도계의 rpm을 달리하면서 측정된 결과이다. rpm을 증가시키에 따라 점도가 감소하는 현상, 즉 pseudoplastic 유체의 특성을 나타냈다.

Fig. 2는 *L. jugurti*로 24시간 발효한 호상요구르트의 점도를 일정한 rpm에서 10분간 측정하면서 비뉴우톤 유체인 호상요구르트의 시간의존성을 관찰한 결과이다. 모든 시료에 있어서 시간이 경과함에 따라 점도가 감소하는 현상, 즉 thixotropic flow의 특성을 나타냈다. 전 실험시간에 걸쳐서 옥수수전분 첨가시료가 가장 높은 점도를 나타냈으며, 대조군이 가장 낮은 점도를 나타냈다. 이와 같은 결과는 Table 2의 *L. jugurti*의 실험 결과와 경향이 일치하는 것이었다.

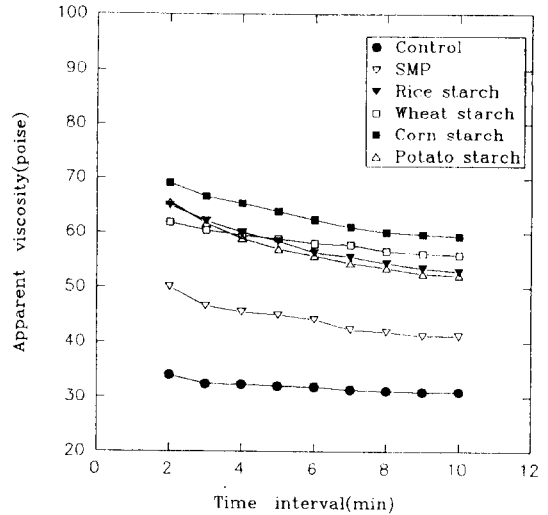


Fig. 2. Viscometric characteristics of curd yogurt prepared from various additives and *L. jugurti*

Table 2. Effect of additives and cultures on apparent viscosity of curd yogurt<sup>1)</sup>

Culture <sup>3)</sup>	Apparent viscosity(poise) <sup>2)</sup>					
	Control	SMP	RS	WS	CS	PS
LJ	32.64 <sup>c</sup> ± 2.61	57.56 <sup>b</sup> ± 6.88	60.02 <sup>ab</sup> ± 1.33	63.73 <sup>a</sup> ± 2.87	64.19 <sup>a</sup> ± 3.71	63.69 <sup>a</sup> ± 5.70
LA	44.18 <sup>d</sup> ± 1.91	65.52 <sup>b</sup> ± 1.13	58.76 <sup>c</sup> ± 3.98	65.09 <sup>b</sup> ± 3.38	69.99 <sup>a</sup> ± 3.19	67.06 <sup>ab</sup> ± 3.54
LC	50.39 <sup>c</sup> ± 2.23	68.55 <sup>a</sup> ± 4.79	55.33 <sup>b</sup> ± 4.57	67.96 <sup>c</sup> ± 4.14	67.31 <sup>a</sup> ± 2.51	69.21 <sup>a</sup> ± 2.19
LD	50.36 <sup>b</sup> ± 3.82	67.10 <sup>a</sup> ± 6.37	53.04 <sup>b</sup> ± 1.41	64.76 <sup>a</sup> ± 6.30	66.16 <sup>a</sup> ± 2.93	62.83 <sup>a</sup> ± 4.54

<sup>1)</sup>Sample was prepared from curd yogurt fermented with lactic acid bacteria for 24 hr.

<sup>2)</sup>Mean values and standard deviations of six replications. Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

<sup>3)</sup>See footnote in Table 1.

전분의 첨가가 요구르트의 관능성에 미치는 영향

곡류첨가군과 고형분 함량이 일치하도록 탈지분유 첨가군으로 만든 호상요구르트를 표준시료로하여 4종의 전분을 첨가하여 만든 호상요구르트의 관능성을 조사한 결과, Table 3에 나타난 바와 같이 전체적인 기호도(overall acceptability)는 옥수수전분 첨가시료와 쌀전분 첨가시료가 표준시료보다 다소 우수하였고 밀전분 첨가시료가 표준시료보다 다소 저조하였으며 감자전분 첨가시료가 가장 저조하였다. 감자전분 첨가시료는 표준시료를 포함한 다른 시료에 비하여 유의성을 보였다(p<0.05).

맛(taste), 냄새(odor), 조직감(texture)의 경우는 옥수수 전분 또는 쌀전분 첨가시료가 표준시료와 거의 같거나 다소 우수하였고, 밀전분 첨가시료가 표준시료보다 다소 저조하였으며, 감자전분 첨가시료는 다른 시료보다 점수가 낮아서 유의차가 있었다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 전체적인 기호도와 대체적으로 유사한 경향이며, 전체적인 기호도가 맛, 냄새, 조직감에 의하여 결정된다는 것을 의미하는 것이다.

본 실험에서 얻어진 결과에 나타난 바와 같이 옥수수 전분 또는 쌀전분 첨가시료의 관능성이 표준시료(탈지분유 첨가시료)에 비하여 다소 우수하거나 거의 차이가

없었으므로 본 연구에서 개발된 옥수수전분 또는 쌀전분 첨가 요구르트가 식품산업에서 신제품으로 생산될 수 있는 가능성이 높다고 생각된다. 한편 밀전분 첨가시료의 관능성은 표준시료에 비하여 다소 저조하지만 앞으로의 연구에 의하여 표준시료에 거의 상당하는 수준으로 개선할 수 있을 것으로 생각된다.

요구르트의 휘발성 향기 성분 분석

Table 4는 *L. jugurti*로 24시간 발효시켜 만든 호상 요구르트의 휘발성분을 분석한 결과이며 대조군(우유요구르트)의 경우는 접종 직후의 시료도 분석하였다. Acetaldehyde의 경우 대조군에 있어서 접종 직후에는 존재하지 않았으나 24시간 발효에 의해 생성되어 0.522 ppm이 들어 있었다. 한편 탈지분유 첨가군은 대조군(24 hr)과 큰 차이가 없었다. Acetone은 우유와 starter에서 유래된 것으로<sup>(23)</sup>, 대조군의 경우 0시간에 3.072 ppm이었던 것이 24시간 발효 후 2.293 ppm으로 감소하여 발효중 휘발된 것으로 생각되며 24시간 발효 후에는 대조군(24 hr)과 다른 첨가군 사이에 큰 차이가 없었다. Ethanol은 우유에서 유래된 것으로<sup>(23)</sup>, 대조군의 0시간 함량(2.956 ppm)이 24시간 발효 후의 함량(2.366 ppm) 보다 높았는데 그 이유는 발효중 휘발되었기 때문이라고 생각되며, 탈지분유 첨가군의 함량은 대조군(24 hr)보다 현저하게 높았으나 전분 첨가군은 대조군(24 hr)과 큰 차이가 없었다. Butanol은 MRS 액체배지에서 유래된 것으로<sup>(23)</sup>, 다른 성분에 비하여 휘발성이 낮기 때문에 대조군의 0시간 시료와 24시간 시료 사이에 큰 차이가 없었으며, 24시간 발효 후 대조군(24 hr)과 첨가군 사이에 함량의 차이는 크지 않았다.

요구르트의 관능성을 결정짓는 주요한 요소로는香味(flavor)와 조직감(texture)을 들 수 있다. 요구르트의 상

Table 3. Effect of additives on sensory properties of curd yogurt<sup>1)</sup>

	Additive <sup>2)</sup>				
	Reference <sup>3)</sup>	RS	WS	CS	PS
Overall acceptability	5.00 <sup>a</sup> ± 0.00	5.05 <sup>a</sup> ± 0.74	4.97 <sup>a</sup> ± 1.01	5.11 <sup>a</sup> ± 1.05	3.43 <sup>b</sup> ± 0.93
Taste	5.00 <sup>a</sup> ± 0.00	5.05 <sup>a</sup> ± 0.78	4.89 <sup>a</sup> ± 1.10	5.00 <sup>a</sup> ± 1.03	3.30 <sup>b</sup> ± 0.88
Odor	5.00 <sup>a</sup> ± 0.00	4.89 <sup>a</sup> ± 0.74	4.81 <sup>a</sup> ± 0.84	5.03 <sup>a</sup> ± 1.04	3.73 <sup>b</sup> ± 0.99
Texture	5.00 <sup>a</sup> ± 0.00	5.05 <sup>a</sup> ± 0.81	4.97 <sup>a</sup> ± 1.01	5.14 <sup>a</sup> ± 1.03	3.43 <sup>b</sup> ± 1.01

<sup>1)</sup>Sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. jugurti* for 24 hr.

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>See footnote in Table 1.

<sup>3)</sup>Reference: Curd yogurt prepared from milk added with 2%(w/v) of SMP

Table 4. Composition of volatile aroma compounds in yogurt prepared from *L. jugurti* and various additives

Sample <sup>1)</sup>	Fermentation time(hr)	Volatile aroma compounds(ppm) <sup>2)</sup>					
		Acetaldehyde	Acetone	Ethanol	Diacetyl	Butanol	Acetoin
Milk	0	— <sup>3)</sup>	3.072± 0.107	2.956± 0.211	—	0.447± 0.053	—
Milk	24	0.522± 0.057	2.293± 0.171	2.366± 0.330	—	0.422± 0.133	—
SMP	24	0.680± 0.039	2.767± 0.236	4.184± 0.382	—	0.468± 0.148	—
RS	24	0.504± 0.089	2.928± 0.132	2.731± 0.392	—	0.416± 0.083	—
WS	24	0.470± 0.091	2.790± 0.106	2.655± 0.362	—	0.461± 0.086	—
CS	24	0.544± 0.116	2.859± 0.214	2.490± 0.211	—	0.442± 0.077	—
PS	24	0.507± 0.073	2.673± 0.150	2.737± 0.364	—	0.426± 0.075	—

<sup>1)</sup>Milk: curd yogurt prepared from milk

SMP: curd yogurt prepared from milk and skim milk powder

RS: curd yogurt prepared from milk and rice starch

WS: curd yogurt prepared from milk and wheat starch

CS: curd yogurt prepared from milk and corn starch

PS: curd yogurt prepared from milk and potato starch

<sup>2)</sup>Mean values and standard deviations of ten or more replications

<sup>3)</sup>Trace

큼한 酸味는 젖산에 의한 것이며, 요구르트의 기호성을 높이는 특징적인 香(aroma)은 acetaldehyde를 주성분으로 하고 여기에 diacetyl과 휘발성 지방산과 같은 여러 가지 휘발성분들이 적절한 조화를 이룰 때 얻어지는 것이다<sup>(24)</sup>. 요구르트의 향기는 사용하는 젖산균의 종류, 원유의 품질, 제조공정, 배양방법, 저장조건 등에 의하여 크게 영향을 받는다<sup>(24)</sup>.

본 실험에서 탐지된 휘발성분 가운데 acetaldehyde는 요구르트의 주요한 휘발성 향기 성분으로 알려져 있으며, 우유에서 유래된 acetone과 ethanol은 요구르트의 전체적인 향기에 다소 기여하지만, MRS 액체배지에서 유래된 butanol은 요구르트의 향기에 도움이 되지 않는 것으로 알려져 있다<sup>(25)</sup>. Diacetyl, acetoin, 2-butanone 및 휘발성 산 도 요구르트의 향기에 기여한다고 알려져 있으나 본 실험에서는 확인되지 않았으며, 휘발성 향기 성분의 채취 방법을 달리하여 보다 더 많은 성분을 찾아내는 것이 앞으로 해야 할 주요한 과제라고 하겠다.

## 요 약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 전분(쌀전분, 밀전분, 옥수수전분, 감자전분)을 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus* 4종)으로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 전분의 첨가가 젖산균의 산생성 및 요구르트의 품질(점도, 관능성, 휘발성 향기 성분)에 미치는 영향을 조사하였다. 전분의 첨가로 젖산균의 산생성이 대조군(우유로만 만든 요구르트)보다 현저하게 촉진되었으며, 점종된 4종의 젖산균 중에서는 *L. jugurti*의 산생성이 가장 우수하였다. 전분이 첨가된 호상요구르트의 점도는 대조군보다 대체적으로 유의성있게 높았다( $p < 0.05$ ). 호상요구르트는 전단속도를 증가시킴에 따라 점도가 감소하였으며 thixotropic flow의 특성을 나타냈다. 관능검사의 결과를 보면 옥수수전분 첨가시료와 쌀전분 첨가시료가 표준시료보다 다소 우수하였고 감자전분 첨가시료가 가장 저조하였다. GC에 의한 휘발성 향기 성분 분석에서는 호상요구르트에 함유된 휘발성분 가운데 acetaldehyde, acetone, ethanol 및 butanol의 4가지 성분이 확인되었다.

## 문 헌

- Tamine, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yogurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.17(1985)
- Alfa-Laval: *Dairy Handbook*. Alfa-Laval, Lund, p.173 (1985)
- 안효일, 김형기, 이성갑, 양철영, 양종범, 윤원호: 축산 식품가공학. 세진사, 서울, p.150(1988)
- 김혜경, 고영태: 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 700 (1990)
- 홍외숙, 고영태: 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 23, 587(1991)
- 백지혜, 고영태: 쌀의 저장기간이 쌀첨가 요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 24, 470(1992)
- 이성갑, 김기철: *Lactobacillus acidophilus*에 의한 보리 당화액의 젖산발효. 한국농화학회지, 31, 255(1988)
- 유태중, 이주원: 맥아당화액을 이용한 유산균음료의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14, 57(1982)
- Hamzawi, L.F. and Kamaly, K.M.: The Quality of Stirred Yogurt Enriched with Wheat Grains. *Cultured Dairy Products J.*, 27(3), 26(1992)
- 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조. 한국식품과학회지, 25, 130(1993)
- 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 휘발성 향기 성분. 한국식품과학회지, 25, 136(1993)
- 목철균, 한진숙, 김영진, 김남수, 권대영, 남영중: 쌀젖산발효물과 대두단백젖산발효물의 혼합에 의한 라이스 거트의 개발과 특성. 한국식품과학회지, 23, 745(1991)
- 고영태: 두유에 첨가된 유제품이 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 22, 183(1990)
- Larmond, E.: *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture, Ottawa, p.31(1977)
- 문순애, 김영배, 고영태: 두유에서 젖산균의 생육과 대두요구르트의 향미. 한국식품과학회지, 18, 118(1986)
- 박승국: 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가?. 식품과학과 산업, 24(4), 88(1991)
- 영인과학: GC Workshop 교재집. 영인과학, 서울(1991)
- University of Georgia: PC-STAT. University of Georgia, USA (1985)
- Walstra, P. and Jenness, R.: *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley and Sons, New York, p.194(1984)
- Brock, T.D. and Madigan, M.T.: *Biology of Microorganisms*. Prentice-Hall, New Jersey, p.771(1991)
- Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E.: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. The Williams and Wilkins Co. Baltimore, p.576(1974)
- 농촌진흥청 농촌영양개선연수원: 식품성분표. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원, p.12(1991)
- 엄성진: 우유와 전분을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 덕성여자대학교 석사학위논문 (1993)
- Rasic, J.L. and Kurman, J.A.: *Yogurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.96(1978)
- Rasic, J.L. and Kurman, J.A.: *Yogurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.90(1978)

(1993년 9월 20일 접수)