

곡류를 첨가한 우유에서 *Leuconostoc mesenteroides*의 생육과 산생성 및 몇가지 휘발성 향기성분의 분석

고영태 · 김경희
덕성여자대학교 식품영양학과

Growth and Acid Production by *Leuconostoc mesenteroides* in Milk Added with Cereal and Analysis of Several Volatile Flavor Compounds

Young-Tae Ko and Kyung-Hee Kim

Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

A curd yogurt was prepared from milk added with skim milk powder or four kinds of cereal. Addition of cereals markedly stimulated acid production by *Leuc. mesenteroides*. The acidity significantly increased during fermentation by *Leuc. mesenteroides* for 30 hours while pH significantly decreased during fermentation. The number of viable cells markedly increased until the first 12 or 18 hours of fermentation by *Leuc. mesenteroides*. Acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, butanol and acetoin in curd yogurt were detected by gas chromatographic analysis. Among these compounds, acetaldehyde, ethanol, diacetyl and acetoin were produced during fermentation by *Leuc. mesenteroides*.

I. 서 론

우리나라의 1994년 발효유 생산량은 524,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였다¹⁾. 수년 전부터는 종래의 액상요구르트보다 고형분 함량과 유산균수가 많은 호상요구르트(떠먹는 요구르트 또는 농후발효유라고도 함)가 시판되기 시작하였는데 최근 그 소비가 크게 증가하여 1994년 판매액은 5500억원에 달하였다. 우리나라의 식품 성분규격에 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 일반적으로 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되고 있다²⁾. 우리나라 유업회사에서는 우유에 3-4% 정도의 탈지분유를 첨가하여 호상요구르트의 유고형분 함량을 높이고 있다.

본 연구는 우유에 유고형분 대신에 여러가지 종류의 곡류를 첨가하여 종래의 요구르트보다 경제적이고, 맛이 다른 새로운 호상요구르트를 만드는 연구의 일부로서, 곡류 첨가 우유에서 유산균의 생육과 산생성 및 휘발성 향기성분을 조사하였다.

우유에 유고형분 이외의 성분을 첨가하여 요구르트 또는 이와 유사한 발효유제품을 만들고자 하는 연구를 살펴보면 다음과 같다. 우유에 대두 또는 대두단백질을 첨가한 연구³⁾, 우유에 쌀가루 등을 첨가한 연구^{4,5)}, 탈지유에 보리당화액을 첨가한 연구^{6,7)}, 물소젖에 밀호화액을 첨가한 연구⁸⁾ 등을 그 예로 들 수 있겠다.

이상의 문헌을 자세히 검토하여 보면 곡류 또는 이와 관련된 성분을 유제품 대신에 우유에 첨가하여 새로운 형태의 호상요구르트를 만들고자 하는 연구는 아직까지 체계적으로 이루어져 있지 않은 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 전보^{9,10,11)}에 이어 우유에 탈지분유 또는 4종의 곡류(쌀, 보리, 밀, 옥수수)를 각각 첨가하고 유산균(*Leuconostoc mesenteroides*)으로 발효하여, 곡류가 첨가된 우유에서 유산균의 생육과 산생성 및 휘발성 향기성분을 조사하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 사용균주

전보^{9,10,11)}에서는 정상발효유산균(homofermentative lactic acid bacteria)인 *Lactobacillus* 3종을 사용하였으

므로 본 연구에서는 이와 비교하기 위하여 이상발효 유산균(heterofermentative lactic acid bacteria)인 *Leuconostoc mesenteroides*(ATCC 9135)를 사용하였다. 유산균주의 보존용 배지로는 MRS한천배지(Difco Lab.)를 사용하였다.

2. 요구르트의 제조

두산우유의 시유(전지우유)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였다. 우유를 그대로 기질로 사용하거나, 고형분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유)나 쌀(일반미, 평택산), 보리(남도할맥, 경창산업), 밀가루(중력1등 다목적용, 무표백, 제일제당), 옥수수 그릿트(선일포도당)를 2% (W/V) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 쌀, 보리, 옥수수는 분쇄기(대우전자 KMF-360)로 분쇄한 후 표준망체(42 mesh, 체눈의 크기 0.35 mm)를 통과한 분말을 실험에 사용하였다. 준비된 기질은 95°C로 고정된 수조에서 10분간 가열처리하여 살균한 후 약 40°C로 식히고 MRS액체배지에서 24시간 배양한 유산균 배양액을 3%(V/V)의 비율로 접종하여 40°C의 항온기(Model SLI-600D, Tokyo Rikakikai Co., Japan)에서 일정시간 배양하였다.

3. 유산균의 생육과 산생성량 측정

우유와 2%의 탈지분유 또는 곡류를 첨가한 우유에서 유산균의 생육과 산생성량을 조사하기 위하여 24시간 발효된 요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 생균수, 적정산도 및 pH를 측정하였다. 시료는 살균된 250 ml 삼각플라스크에 100 ml씩 준비하였으며, 발효가 완료된 요구르트는 시료의 채취를 용이하게 하기 위하여 같은 양의 멸균수로 희석하였다. 측정 방법은 전보⁹⁾의 방법에 준하였다.

4. 요구르트의 휘발성 향기 성분의 분석

요구르트의 휘발성 향기 성분은 문 등¹²⁾, 박¹³⁾, 영인 과학 GC workshop 교재집¹⁴⁾을 참고로 하여 다음과 같이 분석하였다.

50 ml의 시료를 100 ml의 삼각플라스크에 넣고 50 g의 Na₂SO₄와 내부표준물질로 n-propanol을 50 ppm 가하여 rubber septum(24 mm, Sigma Co.)으로 밀봉한 후 50-55°C의 수조에서 20분간 교반하였다. 발생한 headspace gas를 5 ml gastight syringe(Hamilton Co.)로 1 ml 취하여 HP 5890 Series II gas chromatograph(Hewlett Packard Co.)로 분석하였다. 표준물질로 acetaldehyde(GC용, 99.5% 이상, Fluka Chemika Co.), acetone(특급,

Table 1. Conditions of gas chromatographic analysis

Column : HP-FFAP fused silica capillary column (stationary phase : cross-linked polyethylene-TPA 25 m × 0.32 mm × 0.52 μm film)
Carrier gas : Nitrogen (flow rate 1.25 ml/min)
Air & Hydrogen flow rate : 330 ml & 33 ml/min
Injector temp. : 200°C
FID temp. : 20°C
Column temp. : Temp. program
10°C/min
50°C(7 min hold) -----> 90°C(6 min hold)
Injection : Headspace gas 1 ml, split 12 : 1

Junsei Co.), ethanol(GC용, 99.8%, Merck Co.), diacetyl(특급, Toyko Kasei Co.), n-propanol(특급, Junsei Co.), butanol(특급, Junsei Co.) 및 acetoin(GC용, 98%, Fluka Chemika Co.)을 사용하여 머무름시간(retention time)을 비교하여 피크를 확인하고 integrator(HP 3396B)로 계산된 표준시료와 시료의 피크면적을 비교하여 정량하였다. 표준시료는 lactic acid로 pH를 4.05로 조정된 우유 50 ml에 50 g의 Na₂SO₄를 첨가하고 여기에 표준물질인 acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin 등을 각각 50 ppm 첨가하고 내부 표준 물질로 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 표준시료중의 n-propanol의 면적과 시료중의 n-propanol의 면적비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 시료의 함량 계산식은 다음과 같다.

$$X \text{ (ppm)} = 50 \text{ ppm} \times \frac{\text{Area of X in sample}}{\text{Area of X in standard sample}} \times \frac{1}{\text{Recovery ratio}}$$

X : volatile aroma compound in sample

실험은 3회 반복 실시하고 매회 10번씩 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 Table 1과 같다.

5. 자료의 처리 및 분석

실험의 결과는 PC-STAT(University of Georgia, USA) software¹⁵⁾를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 최소유의차검정(LSD)으로 통계처리하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 곡류의 첨가가 *Leuconostoc mesenteroides*의 생육

Table 2. Effect of additives on growth and acid production by *Leuc. mesenteroides* in milk added with cereal

	Additive					
	Control ¹⁾	SMP ²⁾	Rice	Barley	Wheat	Corn
Titratable acidity(% ³⁾	1.000 ^e ±0.021	1.136 ^f ±0.017	1.067 ^b ±0.018	1.035 ^c ±0.016	1.018 ^d ±0.018	1.011 ^{de} ±0.014
pH ⁴⁾	3.93	3.99	3.89	3.90	3.92	3.92
Viable cell Count ⁵⁾ (CFU/ml)	6.4×10 ⁹	7.6×10 ⁹	7.2×10 ⁹	5.6×10 ⁹	7.8×10 ⁹	6.2×10 ⁹

¹⁾ Control: Sample prepared from milk only.

²⁾ SMP: Skim milk powder.

³⁾ % Titratable acidity as lactic acid. Values 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 eight or more replications.

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

⁴⁾ Median values of eight or more replications.

⁵⁾ Mean values of four replications.

과 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 탈지분유 또는 4종의 곡류가 2% 첨가된 우유에 이상발효유산균인 *Leuc. mesenteroides* (ATCC 9135)를 접종하여 24시간 발효한 후 대조군(우유요구르트)과 생육 및 산생성을 비교 관찰하였다. Table 2에서 적정산도는 24시간 발효 후에 측정된 산도에서 접종 직후의 산도를 뺀 수치이다.

산생성이 가장 높았던 것은 탈지분유를 첨가한 것으로 산도가 1.136%였다. 그 다음으로 산도가 높았던 것은 쌀과 보리, 밀과 옥수수 첨가시료의 순이었으며 대조군은 1.000%로 산생성이 가장 저조하였다. 대조군과 다른 실험군 사이에 5% 수준에서 유의차가 있었다.

pH는 대조군이 곡류 첨가군보다 다소 높은 경향을 나타냈는데, 이와 같은 결과는 대조군보다 곡류 첨가군의 적정산도가 높은 것과 대체로 일치하는 경향이 있었다. 한편 탈지분유 첨가군은 산생성이 대조군보다 높음에도 불구하고 pH가 높았는데 그 이유는 탈지분유에 함유된 인산염, 유단백질 등의 pH 완충작용에 기인하는 것으로 생각된다¹⁶⁾. 생균수는 대조군과 다른 실험군 사이에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과로 우유에 탈지분유나 곡류를 첨가하는 것이 *Leuc. mesenteroides*의 산생성을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었다. 탈지분유의 첨가로 유산균의 산생성이 촉진되는 것은 유산균이 이용할 수 있는 무기유고형분 즉, 영양소의 함량이 증가하고 pH 완충작용에 의하여 유산균의 생존기간이 연장되었기 때문이다. 한편 대조군보다 곡류 첨가군의 산생성이 높은 이유는 곡류 속에 유산균 발육촉진물질이 함유되어 있기 때문이라고 생각된다.

유산균은 제한된 생합성 능력만을 지니고 있으므로 아미노산, 비타민, purine과 pyrimidine 등의 복합 영양소를 필요로 한다¹⁷⁾. *Leuc. mesenteroides*의 발육촉진

물질에 관한 문헌¹⁸⁾을 보면 에너지원으로 포도당, 질소원으로 NH₄Cl을 필요로 하고, 그 외에도 KH₂PO₄를 비롯한 5종의 무기질, sodium acetate와 같은 유기산, alanine을 비롯한 18종의 아미노산, adenine sulfate를 비롯한 3종의 염기, thiamin.HCl을 비롯한 9종의 비타민이 들어있는 합성배지에서만 생육할 수 있다고 알려져 있다.

본 실험에서는 4종의 곡류(쌀, 보리, 밀, 옥수수)를 백미, 쌀, 밀가루, 옥수수 그릿트의 상태로 구입하여 분말을 만든 후 우유에 첨가하여 유산균의 산생성 촉진효과를 관찰하였다. 이들 곡류의 주성분은 유산균이 이용하기 어려운 전분(70-78.9%)이며, 비교적 높은 농도로 들어 있는 단백질(6-9.5%)도 요구르트 제조용 유산균은 protease활성이 낮기 때문에 유산균에 의해 이용되었다고 생각되지는 않지만, 곡류에 들어 있는 것으로 알려진¹⁹⁾ 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 칼륨 등의 무기질과 thiamin, riboflavin, niacin, pantothenate, folic acid, pyridoxine 등의 비타민에 의하여 유산균의 생육이 촉진되었으며, 따라서 대조군(우유요구르트)보다 산생성이 높았던 것으로 생각된다.

한편, 전보¹⁰⁾에서 사용한 정상발효유산균인 *Lactobacillus* 3종과 본 실험에서 사용한 이상발효유산균인 *Leuc. mesenteroides*의 곡류가 첨가된 우유에서의 산생성을 비교하여 보면 *Leuc. mesenteroides*가 다소 높았다.

2. 곡류 첨가 요구르트에서 *Leuconostoc mesenteroides*의 생육과 산생성의 經時的인 변화

본 실험에서는 대조군(우유)과 탈지분유 또는 4종의 곡류를 첨가한 우유에 *Leuc. mesenteroides*를 접종하고 30시간까지 발효하면서 일정시간 마다 유산균의 생육과 산생성을 조사하였다. Table 3의 적정산도는

Table 3. Changes in growth and acid production during fermentation by *Leuc. mesenteroides* in milk added with cereal

Additive	Fermentation time (hr)							
	0	6	9	12	18	24	30	
Titratable acidity (%) ³⁾	Control ¹⁾	0 ^a	0.112 ^f ±0.013	0.289 ^e ±0.014	0.490 ^d ±0.016	0.811 ^c ±0.019	0.940 ^b ±0.013	1.059 ^a ±0.011
	SMP ²⁾	0 ^a	0.126 ^f ±0.013	0.320 ^e ±0.009	0.558 ^d ±0.007	0.902 ^c ±0.014	1.064 ^b ±0.014	1.202 ^a ±0.026
	Rice	0 ^a	0.130 ^f ±0.016	0.332 ^e ±0.016	0.575 ^d ±0.005	0.881 ^c ±0.156	1.045 ^b ±0.014	1.151 ^a ±0.009
	Barley	0 ^a	0.154 ^f ±0.009	0.363 ^e ±0.016	0.581 ^d ±0.009	0.896 ^c ±0.023	1.031 ^b ±0.023	1.155 ^a ±0.009
	Wheat	0 ^a	0.144 ^f ±0.007	0.342 ^e ±0.016	0.576 ^d ±0.015	0.880 ^c ±0.009	1.013 ^b ±0.016	1.139 ^a ±0.012
	Corn	0 ^a	0.143 ^f ±0.012	0.325 ^e ±0.011	0.555 ^d ±0.014	0.863 ^c ±0.019	0.987 ^b ±0.005	1.106 ^a ±0.012
pH ⁴⁾	Control	6.74	6.12	5.47	4.75	4.14	4.04	3.94
	SMP	6.76	6.15	5.55	4.89	4.22	4.10	4.01
	Rice	6.72	6.02	5.31	4.62	4.08	3.97	3.89
	Barley	6.69	5.93	5.18	4.53	4.06	3.96	3.87
	Wheat	6.70	6.00	5.30	4.59	4.09	3.98	3.89
	Corn	6.70	6.00	5.27	4.61	4.10	4.00	3.90
Viable cell count ⁵⁾ (CFU/ml)	Control	1.0×10 ⁸	6.6×10 ⁸	1.7×10 ⁹	3.7×10 ⁹	5.6×10 ⁹	6.2×10 ⁹	5.3×10 ⁹
	SMP	1.0×10 ⁸	6.3×10 ⁸	2.5×10 ⁹	4.0×10 ⁹	6.5×10 ⁹	7.5×10 ⁹	9.4×10 ⁹
	Rice	1.1×10 ⁸	5.8×10 ⁸	2.1×10 ⁹	6.1×10 ⁹	6.2×10 ⁹	8.6×10 ⁹	7.2×10 ⁹
	Barley	1.0×10 ⁸	6.2×10 ⁸	2.5×10 ⁹	6.0×10 ⁹	6.1×10 ⁹	4.1×10 ⁹	8.0×10 ⁹
	Wheat	1.0×10 ⁸	5.5×10 ⁸	2.0×10 ⁹	5.6×10 ⁹	7.1×10 ⁹	6.4×10 ⁹	6.1×10 ⁹
	Corn	1.1×10 ⁸	6.7×10 ⁸	2.3×10 ⁹	6.4×10 ⁹	6.5×10 ⁹	9.1×10 ⁹	9.5×10 ⁹

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ See footnote in Table 2.

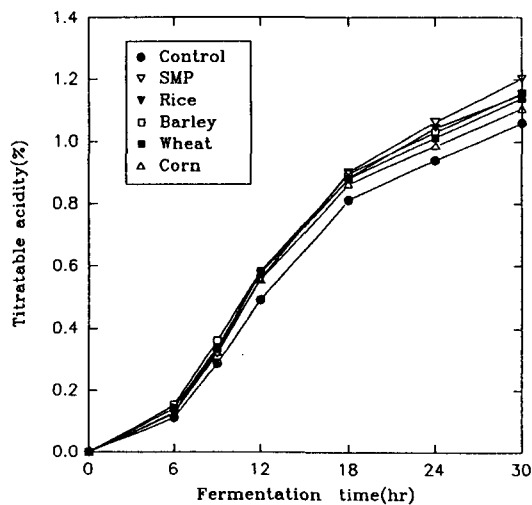


Fig. 1. Changes in acid production during fermentation by *Leuc. mesenteroides* in milk added with cereal.

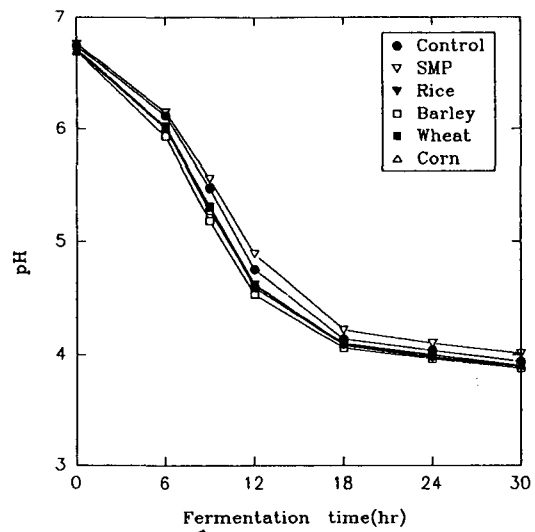


Fig. 2. Changes in pH during fermentation by *Leuc. mesenteroides* in milk added with cereal.

접종 직후 측정된 시료의 산도를 0으로 하여 보정한 수치이다.

대조군을 포함한 모든 실험군에서 시간이 경과함에 따라 산도가 현저하게 증가하였으며 각 시간별 시료 사이에 5% 수준에서 유의차가 있었다. Fig. 1을 보면 0시간부터 6시간까지는 산도가 완만하게 증가하였으나 6시간부터 18시간 사이에는 급격하게 증가하였으

며 18시간 이후에도 30시간까지 계속 증가하는 것을 알 수 있다. 대조군의 경우는 모든 시간에 걸쳐 산생성이 가장 저조하였고, 18시간 이후부터는 탈지분유 첨가군의 산생성이 가장 높았고 그 다음은 곡류 첨가군이였다. 이러한 결과는 24시간 발효 후의 산도를 측정된 Table 2의 결과와 대체로 일치하는 경향이였다.

pH는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 0시간부터 6시간까

Table 4. Composition of several volatile flavor compounds produced by *Leuc. mesenteroides* in milk added with rice (unit of content: ppm)

	Acetaldehyde	Acetone	Ethanol	Diacetyl	Butanol	Acetoin
0hr	-	3.789±0.330	2.568±0.449	-	0.544±0.076	-
24hr	0.198±0.066	3.314±0.423	5.711±1.305	4.384±0.783	0.529±0.103	94.111±6.484

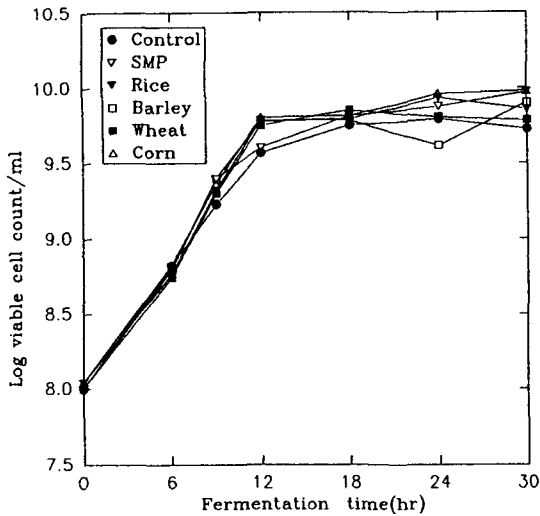


Fig. 3. Changes in viable cell count during fermentation by *Leuc. mesenteroides* in milk added with cereal.

지는 완만하게 감소하였으며 6시간부터 18시간 사이에 급격하게 감소하였고 18시간 이후에도 30시간까지 계속 감소하였다. 이것은 적정산도의 경시적인 변화와 일치하는 결과이다.

*Leuc. mesenteroides*의 생균수의 경시적인 변화를 보면(Fig. 3), 실험을 시작한 후 6시간이 경과하기 전에 log phase가 시작되어 쌀, 보리, 밀, 옥수수 첨가군은 12시간까지, 대조군과 탈지분유 첨가군은 18시간까지 log phase가 지속된 후 그 후 30시간까지 stationary phase가 계속되었다. 한편 대조군의 생균수가 다른 실험군보다 다소 낮았다.

이상의 결과로부터 본 실험에서 사용된 *Leuc. mesenteroides*는 pH 3.8-4.0에 이르는 발효 30시간까지 stationary phase가 지속되는 것으로 보아 耐酸性이 매우 강하다는 것을 알 수 있다.

3. 요구르트의 휘발성 향기성분의 분석

본 실험에서 사용한 4종의 곡류 가운데 우리나라에서 주식으로 사용하고 있는 쌀이 2%(W/V) 첨가된 우유에 *Leuc. mesenteroides*를 접종하여 일정시간 발효시킨 호상요구르트의 휘발성 향기 성분을 gas chromatograph로 분석하였다. 표준물질로는 acetaldehyde,

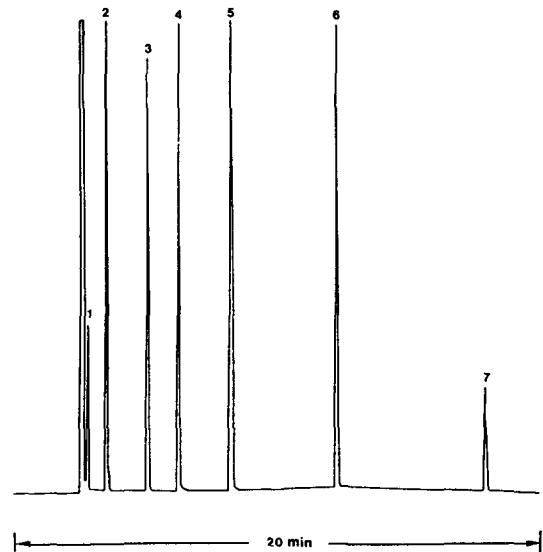


Fig. 4. GC chromatogram of volatile flavor compounds in standard sample.

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

acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin을 사용하고 내부표준물질로는 n-propanol을 사용하였다. Fig. 4는 표준시료의 chromatogram이다. 1번 피크 앞에 나타난 피크는 용매로 사용한 ether(2.086 min)의 피크이며, 1번부터 4번까지는 acetaldehyde(2.354 min), acetone(2.914 min), ethanol(4.224 min) 및 diacetyl(5.224 min)의 피크이며, 5번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol(6.879 min)의 피크이다. 6번과 7번은 butanol(10.295 min)과 acetoin(15.044 min)의 피크이다.

Table 4는 우유에 쌀 2%를 첨가한 시료에 *Leuc. mesenteroides*를 사용하여 접종 직후와 24시간 발효후의 호상요구르트의 휘발성 향기성분을 분석한 결과이다. Acetaldehyde, diacetyl 및 acetoin은 0시간에는 존재하지 않았으나 24시간 발효에 의해 생성되었다. Ethanol은 0시간에 2.568 ppm이던 것이 24시간 발효후에 5.711 ppm으로 증가되었으며, acetone과 butanol은 0시간에 3.789 ppm과 0.544 ppm이던 것이 24시간 발효 후에 각각 3.314 ppm과 0.529 ppm으로서 acetone은 다소 감소하고 butanol은 큰 변화가 없었다.

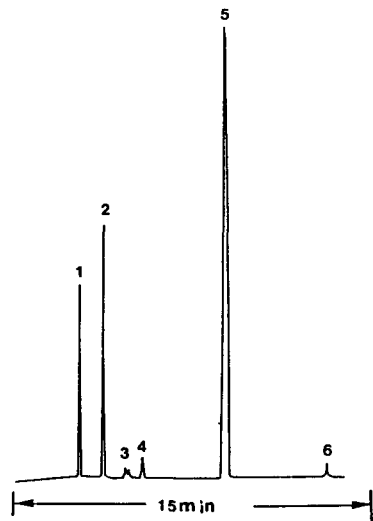


Fig. 5. GC chromatogram of volatile flavor compounds in sample prepared from milk and rice(0 hr)¹⁾.
¹⁾ 2; acetone, 4; ethanol, 5; n-propanol, 6; butanol
 Sample was prepared from the milk and rice that were inoculated with *Leuc. mesenteroides*, but not fermented.

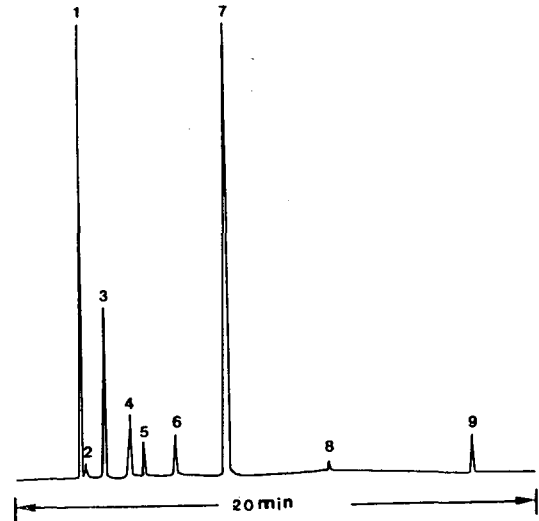


Fig. 6. GC chromatogram of volatile flavor compounds in sample prepared from milk and rice(24 hr)¹⁾.
¹⁾ 2; acetaldehyde, 3; acetone, 5; ethanol, 6; diacetyl, 7; n-propanol, 8; butanol, 9; acetoin
 Sample was prepared from curd yogurt fermented with *Leuc. mesenteroides* for 24 hr.

요구르트의 기호성을 높이는 특징적인 향기성분은 acetaldehyde를 주성분으로 하고 여기에 diacetyl, ethanol, acetoin, 휘발성 지방산 및 2-butanone과 같은 여러가지 휘발성분들이 적절한 조화를 이룰때 얻어지는 것이다²⁰⁾. 요구르트의 향기는 사용하는 유산균의 종류, 원유의 품질, 제조공정, 배양방법 및 저장조건 등에 의하여 크게 영향을 받는데²⁰⁾, 이 가운데서 starter로 사용된 유산균주의 역할이 가장 중요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 일반적인 요구르트의 향기성분인 acetaldehyde, diacetyl, ethanol, acetoin, 휘발성 지방산 및 2-butanone 중에서 *Leuc. mesenteroides*에 의하여 acetaldehyde, ethanol, diacetyl 및 acetoin 4종이 생성되었다.

Fig. 5와 6은 *Leuc. mesenteroides*를 접종하여 만든 우유요구르트의 휘발성 향기성분을 분석한 chromatogram으로 0시간 시료(Fig. 5)의 경우 6개의 피크가 나타났는데 성분이 확인된 피크는 2번(acetone), 4번(ethanol) 및 6번(butanol)이며 5번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크이다. 한편 1번(2.15 min) 및 3번(3.715 min)피크는 성분이 확인되지 않았다. 24시간 시료(Fig. 6)의 경우는 9개의 피크가 나타났는데 이 가운데서 2번(acetaldehyde), 3번(acetone), 5번(ethanol), 6번(diacetyl), 8번(butanol) 및 9번(acetoin)의 6개 피크는 성분이 확인되었으며 7번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크이다. 한편 1번(2.15 min)

과 4번(3.78 min)피크는 성분이 확인되지 않았다. 0시간과 24시간 시료를 비교해 보면 0시간에는 나타나지 않았던 acetaldehyde, diacetyl 및 acetoin의 피크가 24시간 시료에는 나타났으며 acetone의 피크 면적은 감소하고 ethanol의 피크 면적은 증가한 것을 알 수 있다. 성분이 확인되지 않은 2개의 피크를 定性하는 것이 앞으로 해야할 중요한 과제라고 하겠다.

한편, 전보¹¹⁾에서 사용한 *L. acidophilus*가 곡류 첨가 우유에서 생성한 휘발성 향기성분의 패턴과 본 실험에서 사용한 *Leuc. mesenteroides*의 휘발성 향기성분의 패턴은 큰 차이가 없었다.

IV. 요약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 곡류(쌀, 보리, 밀, 옥수수)를 각각 2% 첨가하고 *Leuconostoc mesenteroides*(ATCC 9135)로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 곡류의 첨가가 유산균의 생육과 산생성에 미치는 영향과 몇가지 휘발성 향기성분을 분석하였다. 곡류의 첨가로 *Leuc. mesenteroides*의 산생성이 대조군(우유로만 만든 요구르트)보다 현저하게 촉진되었으며, 30시간까지 발효하면서 적정산도와 pH, 생균수를 관찰한 결과는 발효시간이 경과함에 따라 산생성이 현저히 증가하였고 pH는 현저히 저하하

였으며 생균수는 12시간 또는 18시간까지 현저히 증가하였다. GC에 의한 휘발성 향기성분 분석에서는 호상 요구르트에 함유된 휘발성분 가운데 acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin의 6가지 성분이 확인되었으며 이 중에서 발효에 의해 생성된 것은 acetaldehyde, ethanol, diacetyl 및 acetoin이었다.

참고문헌

1. 한국유가공협회 편집부, 유업통계. 우유, 통권 제 60호, 58 (1995).
2. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., (1985) *Yogurt: Science and Technology*. Pergamon Press, 17 (1985).
3. 김혜정, 고영태: 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, **22**: 700 (1990).
4. 홍외숙, 고영태: 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, **23**: 587 (1991).
5. 백지혜, 고영태: 쌀의 저장기간이 쌀첨가요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **24**: (1992).
6. 이성갑, 김기철: *Lactobacillus acidophilus*에 의한 보리당화액의 젖산발효. 한국농화학회지, **31**: 255 (1988).
7. 유태중, 이주원: 맥아당화액을 이용한 유산균음료의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, **14**: 57 (1982).
8. Hamzawi, L.F. and Kamaly, K.M., The Quality of Stirred Yoghurt Enriched with Wheat Grains. *Cultured Dairy Products J.*, **27**(3): 26 (1992).
9. 김경희: 곡류 첨가 우유에서 유산균의 생육과 산생성. 조리과학회지, **9**(2): 123-127 (1993).
10. 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조. 한국식품과학회지, **25**: 130 (1993).
11. 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 휘발성 향기성분. 한국식품과학회지, **25**: 136 (1993).
12. 문승애, 김영배, 고영태: 두유에서 젖산균의 생육과 대두요구르트의 향미. 한국식품과학회지, **18**: 118 (1986).
13. 박승국: 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가?. 식품과학과 산업, **24**(4): 88 (1991).
14. 영인과학, GC Workshop 교재집. 영인과학 (1991).
15. University of Georgia, PC-STAT. University of Georgia (1985).
16. Walstra, P. and Jenness, R., *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley and Sons, New York, 194 (1984).
17. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E., *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. The Williams and Wilkins Co, Baltimore, 576 (1974).
18. Stanier, R.Y., Ingraham, J.L., Wheelis, M.L. and Painter, P.R., *The Microbial World*. Prentice-Hall, New Jersey, 29 (1986).
19. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원, 식품성분표. 농촌진흥청 농촌영양 개선연수원, 12 (1991).
20. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A., *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 96 (1978).