

우유와 곡류를 이용한 요구르트의 휘발성 향기성분

김경희 · 고영태

덕성여자대학교 식품영양학과

Volatile Aroma Compounds of Yogurt from Milk and Cereals

Kyung-Hee Kim and Young-Tae Ko

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

Abstract

A curd yogurt was prepared from milk added with skim milk powder or four kinds of cereal. The effect of cereals at 2%(w/v) level on the pattern of volatile aroma compounds in curd yogurt was investigated. 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 *Lactobacillus acidophilus* (KCTC 2182). The addition of cereals did not affect markedly general pattern of volatile aroma compounds in curd yogurt. The amount of acetoin and ethanol markedly increased until the first 6 hours of fermentation, and then increased mildly until 24 hours. The amount of diacetyl markedly increased until the first 6 hours and then decreased slightly. Acetaldehyde was first detected by gas chromatograph after 18 hours of fermentation.

Key words: yogurt, cereal, volatile aroma compounds

서 론

우유의 발효는 유당을 주로 젖산으로 발효시킬 수 있는 미생물(세균, 효모, 곰팡이)에 의하여 이루어지며 이 가운데서도 세균에 속하는 젖산균의 역할이 가장 중요하다⁽¹⁾. 우유의 발효, 즉 요구르트가 만들어지는 동안에 젖산균에 의하여 주요 생산물로서 젖산과 소량의 부산물이 생성된다. 부산물은 carbonyl 화합물, 휘발성 지방산 및 알콜 등으로 구성되어 있다⁽¹⁻³⁾. 이 가운데서 젖산은 요구르트에 상큼한 신맛을 주며, 다른 부산물들은 요구르트의 특징적인 향기에 기여한다. 이들 화합물들의 일부는 요구르트의 향기에 중요한 역할을 하는 반면에, 다른 것들은 요구르트 향기의 전체적인 균형 또는 조화에 기여한다⁽²⁾. 젖산발효중에 생성되는 향기성분중 carbonyl 화합물에는 acetaldehyde, diacetyl, acetoin(acetylmethylcarbinol), acetone 및 2-butanone 등이 있으며, 이 중에서 acetaldehyde가 요구르트의 가장 중요한 향기성분으로 알려져 있다⁽²⁾. Diacetyl과 acetoin은 요구르트에 매우 소량으로 존재하지만 acetaldehyde의 함량이 낮을 때 그 역할이 뚜렷하며, 일반적으로 acetoin의 함량이 diacetyl의 함량보다 높다. 요구르트에서 diacetyl은 아주 낮은

양으로 존재하지만 그 냄새가 매우 강하기 때문에 요구르트의 산뜻한 향기에 기여한다⁽²⁾. 소량의 acetone과 2-butanone은 대개 우유에서 유래된 것이지만 젖산균에 의해서도 어느정도 생성된다⁽²⁾. 젖산발효 과정에 소량의 ethanol도 생성되지만 요구르트의 향기에 그다지 중요하지는 않다⁽²⁾. 요구르트를 만들 때 휘발성 지방산의 함량이 증가하는데 그 가운데서 acetic acid의 함량이 가장 많고, 그 다음은 formic, caproic, caprylic, capric, butyric, propionic 및 isovaleric acid 등이다. 이들은 요구르트의 주요한 향기성분인 acetaldehyde나 diacetyl 보다 휘발성은 낮지만 향기성분의 전체적인 균형에 기여한다⁽²⁾.

우리나라의 1991년 발효유 생산량은 402,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였다⁽⁴⁾. 수년 전부터는 종래의 액상요구르트보다 고흡분 함량과 젖산균수가 많은 호상요구르트(떠먹는 요구르트 또는 농후발효유라고도 함)가 시판되기 시작하였는데 최근 그 소비가 크게 증가하여 1992년 판매액은 1500억원을 넘어선 것으로 추정된다. 우리나라의 식품 성분규격에 따르면 호상요구르트(농후발효유)의 無脂乳固形分 함량은 8% 이상이며, 우리나라 유업회사에서는 일반적으로 우유에 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하여 호상요구르트의 유고형분 함량을 높이고 있다.

본 연구는 우유에 유고형분 대신에 여러가지 종류의 곡류를 첨가하여 새로운 형태의 호상요구르트를 만드는 연구의 일부로서 곡류 첨가 요구르트의 휘발성 향기성

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

분을 조사하였다.

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⁽⁶⁾, 우유에 쌀가루 등을 첨가한 연구^(6,7), 탈지유에 보리당화액을 첨가한 연구^(8,9), 물소젖에 밀호화액을 첨가한 연구⁽¹⁰⁾ 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 않으며, 특히 곡류 첨가 요구르트의 휘발성 향기성분 분석에 관한 연구는 발표되어 있지 않은 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 곡류(쌀, 보리, 밀, 옥수수)를 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus acidophilus*)으로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 곡류의 첨가가 요구르트에서 생성되는 휘발성 향기성분의 종류와 함량에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

사용균주

Lactobacillus acidophilus(KCTC 2182)를 선택하여 사용하였으며 젖산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab.)를 사용하였다.

요구르트의 제조

두산우유의 시유(전지우유)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였다. 우유를 그대로 기질로 사용하거나, 고형분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유)나 쌀(1990년산 일반미, 평택미), 보리(남도할맥, 경창산업), 밀가루(중력1등 다목적용, 무표백, 제일제당) 및 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°C 로 고정된 수조에서 10분간 가열처리하여 살균한 후 약 40°C 로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(v/v)의 비율로 접종하여 40°C 의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

요구르트의 휘발성 향기성분의 분석

요구르트의 휘발성 향기성분은 문 등⁽¹¹⁾, 박⁽¹²⁾, 영인 과학 GC workshop 교재집⁽¹³⁾을 참고로 하여 다음과 같이 분석하였다.

50 ml의 시료를 100 ml의 삼각플라스크에 넣고 50g의 Na₂SO₄와 내부표준물질로 n-propanol을 50 ppm 가하여 rubber septum(24 mm, Sigma Co.)으로 밀봉한 후 50~

Table 1. Conditions of gas chromatographic analysis

Column:	HP-FFAP fused silica capillary column (stationary phase: cross-linked polyethylene-TPA 25m×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.:	220°C
Column temp.:	Temp. program 50°C (7 min hold) $\xrightarrow{10^\circ\text{C}/\text{min}}$ 90°C (6 min hold)
Injection:	Headspace gas 1 ml, split 12:1

55°C 의 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, 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 조정한 우유 50 ml에 50g의 Na₂SO₄를 첨가하고 여기에 표준물질인 acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin 등을 각각 50 ppm 첨가하고 내부표준물질로 50 ppm의 n-propanol을 넣은 후 rubber septum으로 밀봉하여 50~55°C 의 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. 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.

결과 및 고찰

본 실험에서는 우유 또는 2%의 첨가물이 함유된 우유에 *L. acidophilus*(KCTC 2182)를 접종하여 일정시간 발효시킨 호상요구르트의 휘발성 향기성분을 gas chromatograph로 분석하였다. 표준물질로는 acetaldehyde,

acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin을 사용하고 내부표준물질로는 n-propanol을 사용하였다. Fig. 1은 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.

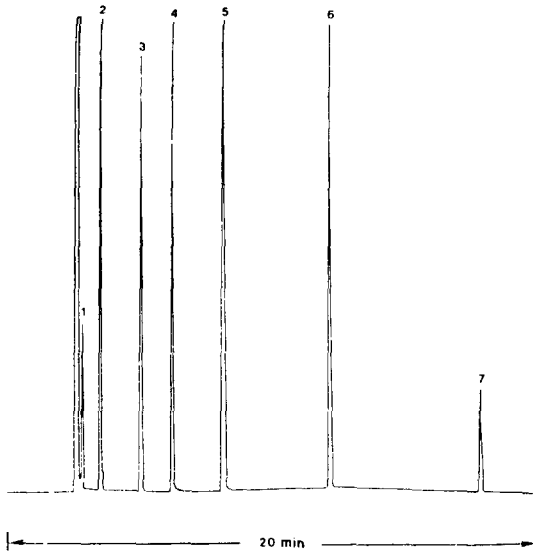


Fig. 1. GC chromatogram of volatile aroma compounds in standard sample

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

Table 2는 *L. acidophilus*로 접종한 직후와 24시간 발효시킨 후의 호상요구르트의 휘발성분을 분석한 결과이다. Acetaldehyde, diacetyl 및 acetoin의 경우 접종 직후에는 존재하지 않았으나 24시간 발효에 의해 생성되었으며, acetaldehyde와 diacetyl의 함량은 대조군과 다른 첨가군과의 사이에 큰 차이가 없었으나 acetoin의 함량은 쌀을 제외한 다른 첨가군이 대조군에 비하여 높았다. Acetone은 우유와 MRS broth에서 유래된 것으로⁽¹⁴⁾, 대조군의 경우 0시간에 3.845 ppm이었던 것이 24시간 발효후 2.624 ppm으로 감소하여 발효중 휘발된 것으로 생각된다. 0시간에는 대조군보다 다른 첨가군의 함량이 높았으나 24시간 발효 후에는 대조군과 다른 첨가군 사이에 차이가 없었다. Ethanol의 경우 일부는 우유에서 유래되었으나⁽¹⁴⁾, 대부분이 발효에 의하여 생성된 것이다. 0시간의 ethanol 함량은 대조군과 다른 첨가군이 큰 차이가 없었으나, 24시간 후에는 대조군보다 다른 첨가군의 함량이 다소 높았다. Butanol의 경우는 MRS broth에서 유래된 것으로⁽¹⁴⁾, starter 제조 중 일부 휘발되고 24시간 발효과정에서도 일부 휘발된 것으로 생각되며 시료별 함량의 차이는 크지 않았다.

Table 3은 24시간 발효에 의해서 생성된 성분과 함량을 나타낸 것으로 acetaldehyde, ethanol, diacetyl 및 acetoin이 *L. acidophilus*(KCTC 2182)의 발효산물임을 알 수 있으며, acetoin의 함량이 가장 높았다. Acetaldehyde와 diacetyl은 함량은 낮았으나 요구르트의 주요한 휘발성 향기성분으로 알려져 있다⁽²⁾.

Fig 2와 3은 대조군(우유요구르트)의 휘발성 향기성분을 분석한 chromatogram으로 0시간(Fig. 2) 시료의 경우 6개의 피크가 나타났는데 이 가운데서 성분이 확인된 피크는 2번(acetone), 4번(ethanol) 및 6번(butanol)이며, 5번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크

Table 2. Composition of volatile aroma compounds in curd yogurt fermented with *L. acidophilus*¹⁾ (unit: ppm)

Additive	Acetaldehyde		Acetone		Ethanol		Diacetyl		Butanol		Acetoin	
	0 hr	24 hr	0 hr	24 hr	0 hr	24 hr	0 hr	24 hr	0 hr	24 hr	0 hr	24 hr
Milk	- ²⁾	0.206	3.845	2.624	3.184	14.749	-	2.884	0.705	0.505	-	67.000
		± 0.058	± 0.401	± 0.329	± 0.480	± 1.384		± 0.577	± 0.093	± 0.047		± 4.881
SMP ³⁾	-	0.185	5.726	2.798	2.941	16.018	-	2.819	0.736	0.537	-	95.222
		± 0.000	± 0.621	± 0.309	± 0.680	± 1.735		± 0.377	± 0.165	± 0.065		± 6.400
Rice	-	0.187	5.575	2.697	2.627	14.856	-	2.122	0.681	0.527	-	69.637
		± 0.033	± 0.552	± 0.224	± 0.866	± 1.488		± 0.271	± 0.315	± 0.000		± 6.937
Barley	-	0.224	5.596	2.438	3.267	15.388	-	2.971	0.739	0.477	-	89.631
		± 0.035	± 0.001	± 0.196	± 1.292	± 2.572		± 0.323	± 0.186	± 0.043		± 0.027
Wheat	-	0.245	5.474	2.849	4.739	16.756	-	2.831	0.843	0.522	-	83.452
		± 0.039	± 0.752	± 0.436	± 2.017	± 3.946		± 0.452	± 0.334	± 0.007		± 5.828
Corn	-	0.231	4.340	2.851	3.841	17.849	-	2.043	0.704	0.565	-	75.227
		± 0.040	± 0.058	± 0.203	± 1.180	± 0.840		± 0.220	± 0.111	± 0.052		± 5.967

¹⁾0 hr sample was prepared from milk inoculated with *L. acidophilus*

24 hr sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. acidophilus* for 24 hr

²⁾Trace

³⁾SMP: skim milk powder

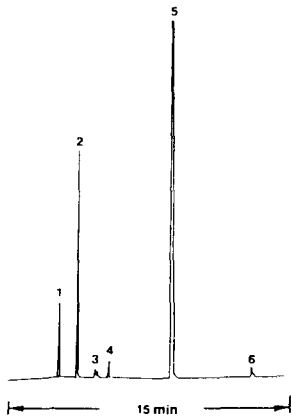


Fig. 2. GC chromatogram of volatile aroma compounds in sample prepared from milk (Ohr)¹⁾

¹⁾2; acetone, 4; ethanol, 5; n-propanol, 6; butanol
Sample was prepared from the milk that was inoculated with *L. acidophilus*, but not fermented

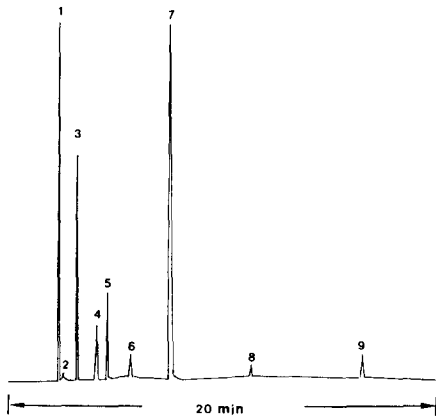


Fig. 3. GC chromatogram of volatile aroma compounds in sample prepared from milk (24 hr)¹⁾

¹⁾2; acetaldehyde, 3; acetone, 5; ethanol, 6; diacetyl, 7; n-propanol, 8; butanol, 9; acetoin
Sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. acidophilus* for 24 hr

이다. 한편 나머지 1번(2.15 min)과 3번(3.72 min) 피크는 성분이 확인되지 않았다. 24시간(Fig. 3) 시료의 경우는 9개의 피크가 나타났는데 이 가운데서 성분이 확인된 피크는 2번(acetaldehyde), 3번(acetone), 5번(ethanol), 6번(diacetyl), 8번(butanol) 및 9번(acetoin)이며 7번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크이다. 나머지 1번(2.15 min)과 4번(3.72 min) 피크는 성분이 확인되지 않았다. 0시간 시료와 24시간 시료를 비교해 보면 0시간에서는 나타나지 않았던 acetaldehyde, diacetyl 및 acetoin의 피크가 24시간 시료에는 나타났으며 acetone의 피크 면적이 다소 감소하고 ethanol의 피크 면적이 증

Table 3. Content of volatile aroma compounds produced by fermentation in curd yogurt¹⁾ (unit: ppm)

	Acetaldehyde	Ethanol	Diacetyl	Acetoin
Milk	0.206	11.565	2.884	67.000
SMP ²⁾	0.185	13.077	2.819	95.222
Rice	0.187	12.229	2.122	69.637
Barley	0.224	12.121	2.971	89.631
Wheat	0.245	12.017	2.831	83.452
Corn	0.231	14.008	2.043	75.227

¹⁾Sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. acidophilus* for 24 hr

²⁾SMP: skim milk powder

가한 것을 알 수 있다. 탈지분유 첨가군의 chromatogram은 전반적인 패턴이 대조군과 매우 유사하였으며⁽¹⁴⁾, 곡류 첨가군의 chromatogram도 나타난 피크의 수, 머무름 시간, 크기, 확인되지 않은 성분의 소재 등이 대조군의 경우와 큰 차이가 없었다⁽¹⁴⁾. 이와 같은 결과는 곡류 첨가에 의하여 요구르트의 휘발성 향기성분의 전반적인 패턴에 큰 변화가 없다는 것을 의미하는 것이다. 그러나 휘발성 향기성분 분석방법을 본 실험의 방법과 달리하면 다소 다른 결과가 얻어졌을 가능성도 있다.

요구르트의 관능성을 결정짓는 주요한 요소로는 香味(aroma and taste)와 조직감(texture)을 들 수 있다. 요구르트의 상큼한 酸味는 젖산에 의한 것이며, 요구르트의 기호성을 높이는 특징적인 香(aroma)은 acetaldehyde를 주성분으로 하고 여기에 diacetyl과 휘발성 지방산과 같은 여러가지 휘발성분들이 적절한 조화를 이룰 때 얻어지는 것이다⁽¹⁵⁾. 요구르트의 향기는 사용하는 젖산균의 종류, 원유의 품질, 제조공정, 배양방법 및 저장조건 등에 의하여 크게 영향을 받는데⁽¹⁵⁾, 이 가운데서 starter로 사용된 젖산균주의 역할이 가장 중요하다고 볼 수 있다.

본 실험에서 사용된 *L. acidophilus*(KCTC 2182)는 발효과정에 acetaldehyde, ethanol, diacetyl, acetoin을 생성하였으며(Table 3 참조), 이 가운데서 acetaldehyde와 diacetyl은 낮은 농도로 존재하지만 요구르트의 주요한 휘발성 향기성분으로 알려져 있고, acetoin은 양적으로는 앞의 두 성분보다 현저하게 높았으나 요구르트의 향기에 앞의 두 성분만큼 기여하지는 않으며, ethanol도 요구르트의 향기에 그다지 중요하지는 않은 것으로 알려져 있다⁽²⁾. 본 실험에서 탐지된 휘발성분 가운데 우유에서 유래된 acetone은 요구르트의 전체적인 향기에 다소 기여하지만, MRS 액체배지에서 유래된 butanol은 요구르트의 향기에 도움이 되지 않는 것으로 알려져 있다⁽²⁾. 휘발성 지방산과 2-butanone도 요구르트의 향기에 기여한다고 알려져 있으나⁽²⁾, 본 실험에서는 확인되지 않았으며, 성분이 확인되지 않은 여러개의 피크⁽¹⁴⁾를 定性하는 것이 앞으로 해야할 중요한 과제라고 하겠다.

한편 문헌⁽¹⁻³⁾에 보고된 요구르트의 휘발성 향기성분의 패턴과 *L. acidophilus*(KCTC 2182)를 사용하여 얻어진

Table 4. Changes in production of volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in milk¹⁾
(unit: ppm)

Fermentation time(hr)	Acetaldehyde	Acetone	Ethanol	Diacetyl	Butanol	Acetoin
0	— ²⁾	3.845 ± 0.401	3.184 ± 0.480	—	0.705 ± 0.093	—
6	—	3.491 ± 0.344	10.022 ± 1.276	5.358 ± 1.253	0.505 ± 0.073	41.532 ± 4.606
12	—	3.179 ± 0.243	11.836 ± 1.142	4.279 ± 0.741	0.509 ± 0.029	59.574 ± 3.793
18	0.193 ± 0.039	2.779 ± 0.309	12.447 ± 2.385	3.115 ± 0.538	0.504 ± 0.073	66.852 ± 4.082
24	0.206 ± 0.058	2.624 ± 0.329	14.749 ± 1.384	2.884 ± 0.577	0.505 ± 0.047	75.227 ± 5.967

¹⁾Sample was prepared from milk fermented with *L. acidophilus* for 24 hr

²⁾Trace

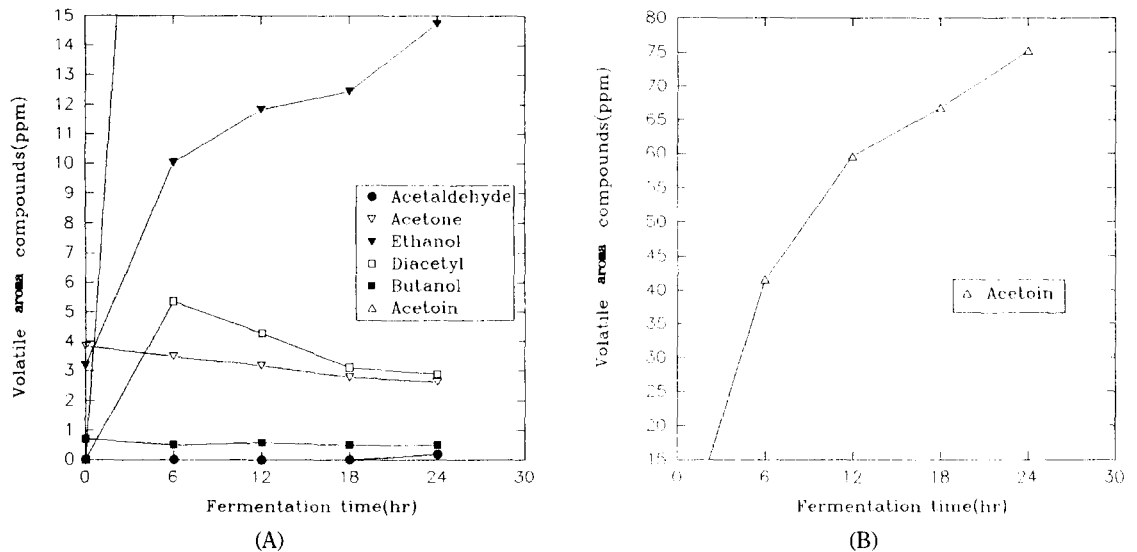


Fig. 4. Changes in content of volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in milk

본 연구의 결과는 대체적으로 유사한 경향을 보였으며, 다소 차이가 있는 이유는 젖산균 중에서도 種(species) 또는 菌株(strain)에 따라 생성대산물에 차이가 있으며⁽¹⁶⁾, 휘발성 향기성분의 분석방법에도 차이가 있었기 때문이라고 생각된다.

Table 4는 우유에 *L. acidophilus*를 접종하여 0시간부터 24시간까지 발효하면서 각 6시간마다 휘발성분을 분석하여 경시적인 변화를 조사한 것이다. Acetaldehyde는 발효 12시간까지 생성되지 않다가 18시간에 탐지되어 발효 24시간 후에는 다소 증가하여 0.206 ppm이었다. Acetone은 접종 직후 3.845 ppm이었던 것이 발효가 진행됨에 따라 서서히 감소하여 24시간 발효 후에는 2.624 ppm이었다. Ethanol은 0시간에 3.184 ppm이던 것이 6시간까지 급격히 증가하고 그 이후에는 서서히 증가하여 24시간 발효 후에는 14.749 ppm이었다. Diacetyl의 경우는 0시간에 존재하지 않다가 6시간까지 급격히 증가하여 5.358 ppm이 생성되었으며 그 이후에는 서서히

감소하였다. Butanol은 0시간에 0.705 ppm이던 것이 6시간까지 다소 감소하였고 그 이후에는 변화가 없었다. Acetoin은 0시간에 존재하지 않던 것으로 6시간까지 급격히 증가하고 그 후에는 서서히 증가하여 75.227 ppm으로 휘발성분중 가장 높은 함량을 나타냈다. 우유요구르트의 발효과정에 일어나는 휘발성 향기성분의 경시적인 변화를 Fig. 4에 표시하였다.

Fig. 4에 나타난 바와 같이 젖산균 발효에 의하여 생성된 4가지 성분 가운데 acetoin, ethanol 및 diacetyl은 *L. acidophilus*(KCTC 2182)의 생육곡선⁽¹⁴⁾ 가운데 log phase에 상당하는 6시간까지 급격하게 증가한 후 그 이후에는 증가의 정도가 완만하거나 diacetyl의 경우와 같이 감소하기도 하였다. Diacetyl이 감소한 것은 (i) 6시간 이후에는 생성된 양보다 휘발된 양이 더 많았거나, (ii) diacetyl이 acetoin의 전구체이므로 생성된 diacetyl이 acetoin으로 전환되었을 가능성을 생각할 수 있다⁽¹⁾.

한편 요구르트의 주요한 휘발성 향기성분인 acetalde-

hye는 *L. acidophilus*(KCTC 2182)의 생육곡선⁽¹⁴⁾ 가운데 stationary phase에 해당되는 18시간부터 소량으로 탐지되기 시작하였는데 그 이유는 (i) acetaldehyde가 휘발성이 강하여 생성됨과 동시에 휘발되어 시료 중에 축적되지 않았거나, (ii) acetaldehyde로부터 생성되는 diacetyl 또는 acetoin으로 전환되었을 가능성을 생각할 수 있다⁽¹⁾.

요 약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 곡류(쌀, 보리, 밀, 옥수수)를 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus acidophilus* KCTC 2182)으로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 곡류의 첨가가 요구르트에서 생성되는 휘발성 향기성분의 종류와 함량에 미치는 영향을 조사하였다. Gas chromatograph를 사용하여 호상요구르트의 휘발성분을 분석한 결과, acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin의 6가지 휘발성분이 탐지되었으며, 이 중에서 젖산균 발효에 의하여 생성된 것은 acetaldehyde, ethanol, diacetyl 및 acetoin 이었다. 곡류 첨가에 의하여 요구르트의 휘발성 향기성분의 전체적인 패턴에는 큰 변화가 없었다. 우유요구르트의 발효과정에 일어나는 휘발성 향기성분의 경시적인 변화를 보면, 젖산균 발효로 생성된 성분 가운데 acetoin과 ethanol은 발효 6시간까지 급격하게 증가한 후 그 이후에는 완만하게 증가하였고, diacetyl은 6시간까지 급격히 증가한 후 그 후부터는 감소하였으며, acetaldehyde는 발효 18시간부터 생성되기 시작하였다.

문 헌

1. Marshall, V.: Flavour development in fermented mi-

- lks. 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)
2. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.90(1978)
3. Tamine, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yoghurt: Science and Technology*. Pergamon Press, p.300(1985)
4. 한국유가공협회 편집부: 유업통계. 우유, 통권 제 49호, 61(1992)
5. 김혜정, 고영태: 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 700(1990)
6. 홍외숙, 고영태: 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 23, 587(1991)
7. 백지혜, 고영태: 쌀의 저장기간이 쌀 첨가요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 24, 470(1992)
8. 이성갑, 김기철: *Lactobacillus acidophilus*에 의한 보리당 화액의 젖산발효. 한국농화학회지, 31, 255(1988)
9. 유태종, 이주원: 맥아당화액을 이용한 유산균음료의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14, 57(1982)
10. Hamzawi, L.F. and Kamaly, K.M.: The Quality of Stirred Yoghurt Enriched with Wheat Grains. *Cultured Dairy Products J.*, 27(3), 26(1992)
11. 문승애, 김영배, 고영태: 두유에서 젖산균의 생육과 대두요구르트의 향미. 한국식품과학회지, 18, 118(1986)
12. 박승국: 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가?. 식품과학과 산업, 24(4), 88(1991)
13. 영인과학: GC Workshop 교재집. 영인과학 (1991)
14. 김경희: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 덕성여자대학교 박사학위논문 (1993)
15. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.96(1978)
16. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.92(1978)

(1993년 1월 19일 접수)