

우유와 과즙으로 만든 발효유의 휘발성 향기 성분

고영태* · 강정화
덕성여자대학교 식품영양학과

Volatile Aroma Compounds of Fermented Milk Prepared from Milk and Fruit Juices

Young-Tae Ko* and Jung-Hwa Kang
Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

Gel-type fermented milk was prepared from mixture of milk and apple juice or grape juice by fermentation with *Lactobacillus acidophilus* (KCTC 2182). Changes in volatile aroma compounds during 21 hr-lactic fermentation were studied. Diacetyl and acetoin, that were produced by *L. acidophilus*, were detected at 6 hr or 12 hr and showed peak values at 12 hr. Acetone and butanol, that were present originally in sample, decreased gradually during fermentation. Ethanol, that was either present originally in sample or produced by *L. acidophilus*, showed peak value at 18 hr in case of mixture of apple juice and milk. The concentration of ethanol was substantially high during whole period of fermentation in case of mixture of grape juice and milk though it showed peak value at 18 hr. Because the concentrations of ethanol in apple juice and ethanol and acetone in grape juice were relatively high, it might affect the results.

Key words: fermented milk, *Lactobacillus*, apple juice, grape juice

서 론

우리나라의 1996년 발효유 생산량은 548,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였다⁽¹⁾.

본 연구실에서는 우유 이외의 소재인 대두⁽²⁻⁶⁾, 곡류⁽⁷⁻¹¹⁾, 난백⁽¹²⁻¹⁷⁾ 등을 소재로 하여 새로운 젖산균 발효 제품의 개발에 착수하여 우유 이외의 소재를 기질로 한 발효유의 제조에 관하여 연구하여 왔다.

박 등⁽¹⁸⁾은 당근을 원료로 하여 *Bifidobacterium*으로 발효하여 *Bifidobacterium*의 발효 특성을 살펴보았는데 *Bifidobacterium*의 발효에 의하여 당근의 산미가 증가되며 관능성이 개선되는 것으로 나타났다. 따라서 *Bifidobacterium*을 이용한 당근 발효식품의 개발은 *Bifidobacterium*균주의 증식에 의한 기능성 증가와 당근의 관능성 개선에 도움이 된다고 보고하였다.

본 연구는 "우유와 과즙을 이용한 발효유의 제조"로서 젖산균의 새로운 발효 기질로서 과즙을 소재로

한 것이며, 과즙의 첨가가 젖산균의 생육과 산생성 및 발효유의 관능성에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 과즙을 발효유에 첨가하지 않고 우유에 직접 첨가하였다. 앞에서 기술한 박 등⁽¹⁸⁾의 연구와 본 연구의 차이 점은 시료, 균주, 실험방법 등이 다르다는 점이다.

과즙은 성분이 우유와 다르므로 젖산균의 생육기질로서는 적합하지 않지만 과즙의 종류에 따라 각종의 케톤, 알콜, 에스테르, 유기산 등의 방향성분과 포도당, 과당 등의 단당류를 함유하고 있어, 발효유의 주 원료인 우유와 혼합하여 젖산균 발효를 실시하면 새로운 발효식품, 건강식품 내지는 기능성식품으로서 가치있는 실험 주제가 되리라고 기대된다. 더군다나 국내 일부 식품업체에서는 현재 이와같은 과즙을 이용한 기능성 발효식품의 상품화에 큰 관심을 가지고 있다.

본 연구에서는 前報⁽¹⁹⁾에 이어 사과즙스와 포도즙스 2종을 발효 소재로 선정하여, 우유와 여러가지 비율로 혼합하여 기질을 만들고, 젖산균(*Lactobacillus*)으로 발효하여 발효유를 만든 후, 과즙-우유 혼합액에서 21시간 동안 발효하면서 발효유의 휘발성 향기 성분의 경시적인 변화를 관찰하였다.

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

재료 및 방법

재료 및 시약

발효유 제조의 원료로 매일 우유(평택시 송탄 소재 중부공장의 시유(전지우유), 무가당 100% 사과즙스(해태음료), 무가당 100% 포도즙스(해태음료))를 사용하였다. 휘발성 향기 성분 분석의 표준물질로는 acetone (특급, Junsei Chemical Co., Japan), ethanol (GC용, 99.8%, Merck Co., F.R. 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)을 사용하였다.

사용균주

Lactobacillus acidophilus (KCTC 2182) 균주를 사용하였으며 젖산균의 보존용 배지로는 MRS 한천배지 (Difco Lab., USA)를 사용하였다.

발효유의 제조

우유 50 mL를 대조군으로 하였고(시료 VII), 시료 I은 사과즙스 25 mL:우유 25 mL, 시료 II는 사과즙스 15 mL:우유 35 mL, 시료 III는 사과즙스 5 mL:우유 45 mL, 시료 IV는 포도즙스 25 mL:우유 25 mL, 시료 V는 포도즙스 15 mL:우유 35 mL, 시료 VI는 포도즙스 5 mL:우유 45 mL의 비율로 혼합한 후, MRS 액체 배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 1% (V/V)의 비율(10^7 CFU/mL 수준)로 접종하여 40°C의 항온기에서 일정시간 발효시켰다.

발효유의 휘발성 향기 성분 분석

발효유의 휘발성 향기 성분은 김과 고⁽¹⁰⁾, 박⁽²⁰⁾, 영인 과학 GC workshop 교재집⁽²¹⁾을 참고로 하여 다음과 같이 분석하였다.

50 mL의 시료를 100 mL의 삼각플라스크에 넣고 50 g의 Na_2SO_4 와 내부표준물질로 n-propanol을 50 ppm 가하여 rubber septum (24 mm, Sigma Chemical Co., USA)으로 밀봉한 후 54°C의 pair stirrer (Eyela, PS-100, Japan)에서 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. 표준 물질을 사용하여 머무름시간(retention time)을 비교하여 피크를 확인하고 integrator (HP 3396 B)로 계산된 표준시료와 시료의 피크면적을 비교하여 정량하였다. 표준시료는

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, part No. 19091F-112)
Carrier gas: Nitrogen (flow rate 1.39 mL/min)
Air & Hydrogen flow rate : 335 ml & 35 mL/min
Injector temp.: 200°C
FID temp.: 220°C
Oven temp.: Temp. program listed below. Hold 7 min at 50°C and increase 10°C/min up to 90°C.
Injection: Headspace gas 1 mL, split 10.31:1

lactic acid로 pH를 4.00으로 조정된 우유 50 mL에 50 g의 Na_2SO_4 를 첨가하고 여기에 표준물질인 acetone, ethanol, diacetyl, butanol, acetoin을 각각 50 ppm 첨가하고 내부표준물질로 n-propanol을 넣은 후 rubber septum으로 밀봉한 후 54°C의 pair stirrer (Eyela, PS-100, Japan)에서 20분간 교반하였다. 표준시료로부터 발생한 headspace gas를 1 mL 주입시켜 얻어진 피크의 면적과 시료의 피크면적을 비교하여 계산하였고, 여기에 표준시료 중의 n-propanol의 면적과 시료 중의 n-propanol의 면적비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 실험은 3회 반복 실시하였고 매회 7회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

사과즙스와 우유 혼합시료에서 휘발성 향기 성분의 변화

시료의 발효 시간은 예비실험의 결과를 참고하여 pH 및 생균수의 변화, 발효유의 커드 상태, 酸味, 액체(상등액)의 분리 상태 등을 고려하여 21시간으로 하였다.

Fig. 1은 시료 I (사과즙스 25 mL:우유 25 mL)을 *L. acidophilus*로 접종한 후 21시간까지 발효시키면서 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후(0시간) 각각 1.946 ppm과 1.152 ppm에서 점차 감소하여 21시간에서는 1.464 ppm과 0.847 ppm이 되었다. Diacetyl은 발효 6시간에 처음 탐지되어(3.108 ppm), 12시간에 6.845 ppm으로 피크(頂點)에 이른 다음 그 후부터는 서서히 감소하여 21시간에는 5.104 ppm의 수치를 보였다. Acetoin은 12시간에 처음 탐지되어 피크의 수치(27.642 ppm)를 보인 후, 서서히 감소하여 21시간에는 25.036 ppm에 이르렀다. 한편

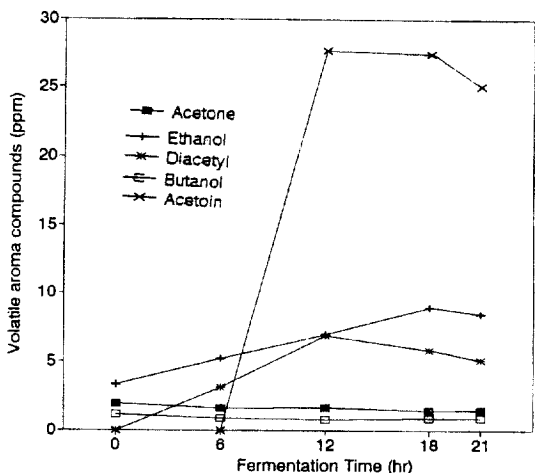


Fig. 1. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in mixture of apple juice and milk (25 mL: 25 mL).

ethanol은 접종 직후 3.299 ppm에서 18시간에 8.922 ppm으로 피크에 이른 다음 다소 감소하여 21시간에는 8.429 ppm에 이르렀다.

Fig. 2는 시료 II (사과즙 15 mL:우유 35 mL)를 *L. acidophilus*로 접종하고 21시간 동안 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후 각각 2.784 ppm과 0.829 ppm에서 21시간 후에는 1.950 ppm과 0.729 ppm으로 감소하였다. Diacetyl과 acetoin은 발효 6시간에 처음 탐지되어 12시간에 각각 피크의 수치(8.034 ppm, 25.476 ppm)를 나타낸 후 그 후에는 21시간까지 서서히 감소하였다. Ethanol은 접

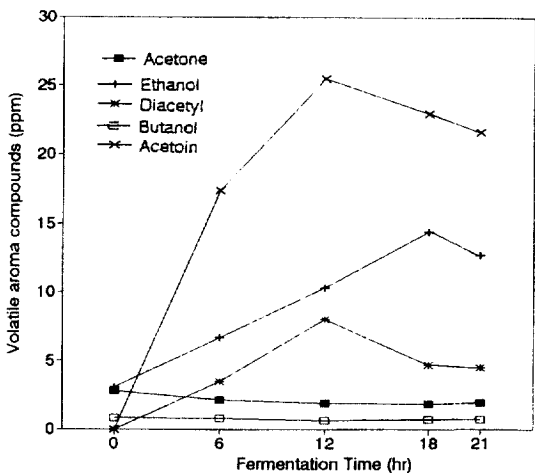


Fig. 2. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in mixture of apple juice and milk (15 mL: 35 mL).

종 직후 3.064 ppm에서 18시간에 14.410 ppm으로 가장 높았으며 21시간에는 다소 감소하였다.

Fig. 3은 시료 III (사과즙 5 mL:우유 45 mL)을 *L. acidophilus*로 접종하고 21시간 동안 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후 각각 3.551 ppm과 0.767 ppm에서 21시간 후에 2.337 ppm과 0.621 ppm으로 감소하였으며, diacetyl과 acetoin은 발효 6시간과 12시간에 처음 탐지되어 12시간에 각각 피크의 수치(4.449 ppm, 24.529 ppm)를 나타낸 후 그 후에는 21시간까지 감소하였다. 한편 ethanol은 접종 직후 2.062 ppm에서 18시간에 17.636 ppm으로 가장 높았으며 21시간에는 다소 감소하였다.

Fig. 1~3에서의 결과의 공통점을 보면, acetone과 butanol은 접종 직후 비교적 낮은 양으로 존재하던 것이 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며, diacetyl은 6시간에 처음 탐지되어 12시간에 가장 높은 수치를 보인 후 그 후에는 오히려 감소하였다. Acetoin의 경우는 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되어 12시간에 가장 높은 수치를 보인 후 그 후에는 감소하였다. 한편 ethanol의 경우는 접종 직후에는 소량 존재하였으나 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하여 18시간에 최고치에 이른 다음 21시간에는 감소하였다. 본 실험에서 시료로 사용한 사과즙을 gas chromatograph로 분석한 결과, acetone, ethanol, diacetyl, butanol이 검출되었으며, 이 가운데서 ethanol은 실험 결과에 영향을 미칠 정도로 탐지되었으나, 나머지 성분들은 극미량으로 탐지되었다.

Acetone은 우유와 MRS broth에서 유래된 것임

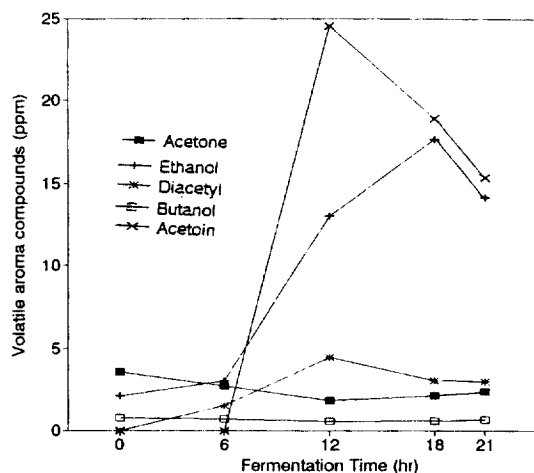


Fig. 3. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in mixture of apple juice and milk (5 mL: 45 mL).

로⁽²²⁾, 접종 직후부터 존재하는 것이며 21시간 발효 중에 수치가 서서히 감소한 것은 발효 중에 일부 휘발된 것으로 설명된다. Butanol은 MRS broth에서 유래된 것으로서⁽²²⁾, 21시간 발효과정에서 일부 휘발되어 발효 후의 함량이 감소된 것이다. Diacetyl과 acetoin은 젖산균 발효에 의해서 생성되는 것이므로 시료에 따라 다소 차이가 있으나 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되었으며, 12시간에 피크의 수치를 보인 후 그 후에는 점차로 감소하였는데, 그 이유는 사과즙스-우유 혼합시료에서 *L. acidophilus* (KCTC 2182)의 log phase가 대략 15시간 전후이므로⁽¹⁹⁾, 대략 12~15시간까지는 왕성한 생성을 보였으나, 그 후에는 생육곡선이 stationary phase에 진입하여 diacetyl과 acetoin의 생성량보다 휘발량이 많았던 것으로 설명된다. 한편 ethanol의 일부는 사과즙스와 우유에서 유래되었으나⁽²²⁾, 대부분이 발효에 의하여 생성되는 것이므로, 접종 직후에 소량 존재하던 것이 발효가 진행됨에 따라 크게 증가한 것이며 18시간 이후 감소한 것은 diacetyl과 acetoin의 경우처럼 stationary phase에서 생성량보다 휘발량이 높았기 때문이라고 설명된다.

포도즙스와 우유 혼합시료에서 휘발성 향기 성분의 변화

Fig. 4는 시료 IV (포도즙스 25 mL:우유 25 mL)를 *L. acidophilus*로 접종한 후 21시간까지 발효시키면서 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후 각각 4.995 ppm과 1.037 ppm에서 21시간 후에는 3.267 ppm과 0.743 ppm으로 감소하였

다. Diacetyl과 acetoin은 발효 6시간에 처음 탐지되어 12시간에 각각 피크의 수치(14.132 ppm, 45.344 ppm)를 나타낸 후 그 후에는 감소하거나, 더 이상 증가하지 않았다. 한편 ethanol은 접종 직후 161.792 ppm에서 18시간에 172.258 ppm으로 피크의 수치를 나타낸 후 21시간에는 161.932 ppm으로 다소 감소하였다.

Fig. 5는 시료 V (포도즙스 15 mL:우유 35 mL)를 *L. acidophilus*로 접종한 후 21시간까지 발효시키면서 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후 각각 4.834 ppm과 0.806 ppm에서 21시간 후에 2.747 ppm과 0.690 ppm으로 감소하였으며, diacetyl과 acetoin은 발효 6시간에 처음 탐지되어 12시간에 각각 피크의 수치(5.809 ppm, 23.745 ppm)를 나타낸 후 그 후에는 감소하는 경향을 보였다. 한편 ethanol은 접종 직후 111.010 ppm에서 12시간에 117.337 ppm으로 피크의 수치를 나타낸 후 21시간에는 111.584 ppm으로 다소 감소하였다.

Fig. 6은 시료 VI (포도즙스 5 mL:우유 45 mL)을 *L. acidophilus*로 접종한 후 21시간까지 발효시키면서 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후 각각 3.875 ppm과 0.635 ppm에서 21시간 후에 2.008 ppm과 0.522 ppm으로 감소하였으며, diacetyl과 acetoin은 발효 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되어 12시간에 각각 피크의 수치(3.282 ppm과 21.940 ppm)를 나타낸 후 그 후에는 감소하였다. 한편 ethanol은 접종 직후 37.943 ppm에서 점차 증가하여 18시간에 53.082 ppm으로 피크의 수치를 나타낸 후 21시간에는 51.952 ppm으로 다소 감소하였다.

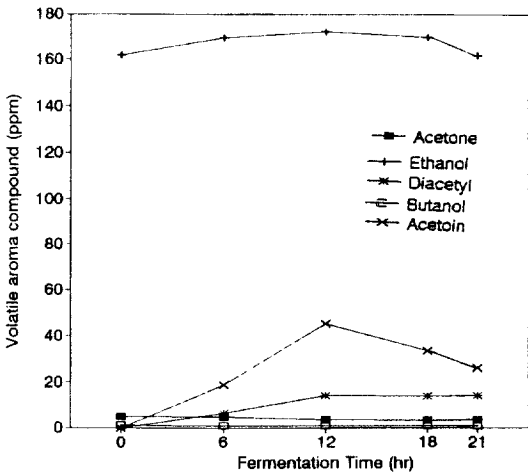


Fig. 4. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in mixture of grape juice and milk (25 mL: 25 mL).

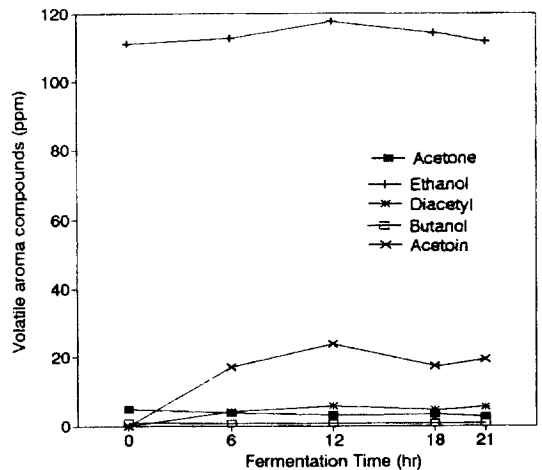


Fig. 5. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in mixture of grape juice and milk (15 mL: 35 mL).

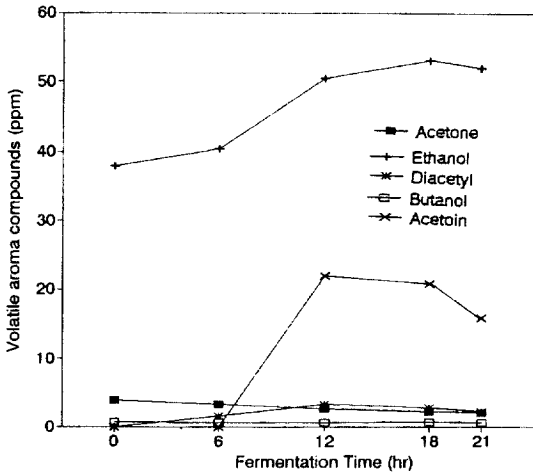


Fig. 6. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in mixture of grape juice and milk (5 mL: 45 mL).

Fig. 4~6에서의 결과의 공통점을 보면, acetone과 butanol은 접종 직후 비교적 낮은 양으로 존재하던 것이 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며, diacetyl은 6시간에 처음 탐지되어 12시간에 가장 높은 수치를 보인 후 그 후에는 오히려 감소하였다. Acetoin의 경우는 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되어 12시간에 가장 높은 수치를 보인 후 그 후에는 감소하였다. 한편 ethanol의 경우는 접종 직후부터 높은 양이 존재하였으며, 12시간 또는 18시간에 피크에 이른 후 그 후에는 다소 감소하였다. Ethanol의 경우는 포도주스의 혼합 비율이 증가함에 따라 시료 중의 ethanol 함량도 현저하게 증가하였다. 본 실험에서 시료로 사용한 포도주스를 gas chromatograph로 분석한 결과, acetone, ethanol, butanol이 검출되었으며, 이 가운데서 ethanol과 acetone, 특히 ethanol은 실험 결과에 영향을 미칠 정도로 높은 양이 탐지되었으나, butanol은 극미량으로 탐지되었다.

Acetone은 우유, MRS broth, 포도주스에서 유래된 것인데⁽²²⁾, 발효 과정에서 휘발되어 수치가 감소한 것으로 설명되며, butanol은 MRS broth와 포도주스에서 유래된 것으로⁽²²⁾, 역시 발효 과정에서 일부가 휘발되어 수치가 감소한 것이다. Diacetyl과 acetoin은 젖산균 발효에 의해서 생성된 것이므로, 발효 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되었으며, 12시간에 피크의 수치를 보인 후 감소한 이유는 앞에서 언급한 바와 같이 포도주스-우유 혼합시료에서 *L. acidophilus* (KCTC 2182)의 log phase가 대략 15시간 전후이기 때문이라고 설명된다⁽¹⁹⁾. 한편 ethanol은 일부는 우유에서 유래

되었으나⁽²²⁾, 대부분이 포도주스에서 유래된 것이며, 발효에 의해서도 일부 생성된 것으로 생각된다.

사과주스-우유 혼합시료와 포도주스-우유 혼합시료의 발효 중의 휘발성 향기 성분의 변화를 비교하면, butanol, diacetyl, acetoin의 함량과 경시적인 변화는 시료에 따라 차이가 있으나 대체로 유사한 경향을 보였다. Acetone의 경우 경시적인 변화는 유사하였으나, 함량이 포도주스-우유 혼합시료가 다소 높았고, ethanol은 포도주스-우유 혼합시료가 사과주스-우유 혼합시료보다 현저하게 높았다. 이상과 같은 결과가 나온 이유는 (i) 사과주스와 포도주스에 함유된 휘발성 향기 성분의 함량이 다르다는 점, (ii) 두 시료에서 젖산균의 생육이 동일하지 않으므로 생성된 향기 성분의 함량도 동일하지 않다는 점 등으로 설명된다.

이상의 결과(Fig. 1~6)로부터 얻은 결론은 다음과 같다. 즉 사과주스-우유 혼합시료와 포도주스-우유 혼합시료를 *L. acidophilus* (KCTC 2182)로 21시간 발효시키면서 휘발성 향기 성분의 변화를 관찰한 결과, 발효에 의해 생성된 diacetyl과 acetoin은 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되기 시작하여 12시간에 가장 높은 수치를 보인 후, 그 후에는 감소하는 경향을 보였다. 시료 중에 원래 존재하던 acetone과 butanol은 발효 과정에 점차 감소하였다. 시료 중에 원래 존재하기도 하고, 발효에 의해 생성되기도 하는 ethanol은 사과주스-우유 혼합시료의 경우는 18시간에 가장 높았으며 그 후에는 다소 감소하였고, 포도주스-우유 혼합시료의 경우는 발효 쉰 시간에 걸쳐서 높은 수치를 보였으나 18시간이 다른 시간보다 다소 높은 수치를 보였다. 사과주스에서는 ethanol이, 포도주스에서는 ethanol과 acetone이 실험 결과에 영향을 미칠 정도의 높은 양이 검출되었다.

우유시료에서 휘발성 향기 성분의 변화

Fig. 7은 시료 VII (우유 50 mL)을 *L. acidophilus*로 접종한 후 21시간까지 발효시키면서 휘발성 향기 성분을 분석한 결과이다. Acetone과 butanol은 접종 직후 각각 3.706 ppm과 0.704 ppm에서 21시간 후에는 1.724 ppm과 0.570 ppm으로 감소하였다. Diacetyl과 acetoin은 발효 6시간과 12시간에 처음 탐지되어 12시간에 각각 피크의 수치(5.952 ppm, 59.997 ppm)를 나타낸 후 그 후에는 감소하였다. 한편 ethanol은 접종 직후 1.714 ppm에서 18시간에 16.418 ppm으로 피크의 수치를 나타낸 후 21시간에는 12.000 ppm으로 감소하였다.

이상의 결과를 앞에서 언급한 사과주스-우유 혼합시

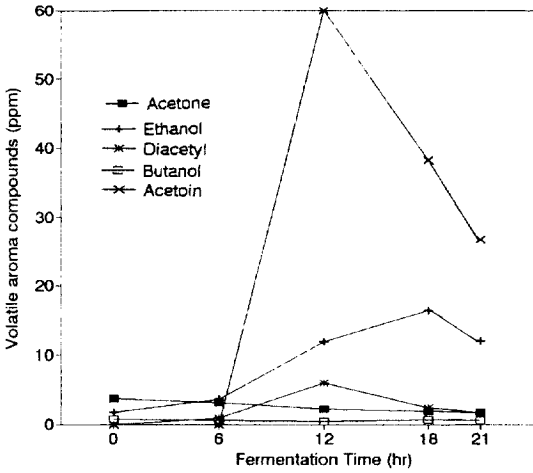


Fig. 7. Changes in volatile aroma compounds during fermentation by *L. acidophilus* in milk (50 mL).

료 또는 포도즙스-우유 혼합시료의 결과와 비교하면 (i) diacetyl과 acetoin이 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되어 12시간에 피크의 수치를 보인다는 점 (ii) acetone과 butanol은 발효과정에 점차 감소한다는 점 (iii) ethanol은 18시간에 가장 높다는 점 등으로 판단하여, 우유시료에서 휘발성 향기 성분의 변화는 포도즙스보다는 사과즙스-우유 혼합시료의 휘발성 향기 성분의 변화와 경향이 유사하였으며, 특히 시료 III (사과즙스 5 mL: 우유 45 mL)의 경우와 경향이 유사하였는데 그 이유는 시료 III과 시료 VII의 조성이 가장 유사하기 때문이라고 생각된다.

본 실험에서 사용된 *L. acidophilus* (KCTC 2182)는 발효 과정에 ethanol, diacetyl, acetoin을 생성하였으며, 이 가운데서 diacetyl은 비교적 낮은 농도로 존재하지만 발효유의 주요한 휘발성 향기 성분으로 알려져 있고, acetoin은 양적으로는 diacetyl보다 현저하게 높으나 발효유의 향기에 diacetyl만큼 기여하지는 않으며, ethanol도 발효유의 향기에 diacetyl만큼 중요하지는 않은 것으로 알려져 있다⁽²³⁾. 본 실험에서 시료에 원래 존재하는 acetone은 발효유의 전반적인 향기에 다소 기여하지만, MRS broth에서 유래된 butanol은 발효유의 향기에 도움이 되지 않는 것으로 알려져 있다⁽²³⁾. Acetaldehyde, 휘발성 지방산, 2-butanone도 발효유의 향기에 기여한다고 알려져 있으나⁽²³⁾, 본 실험에서는 확인되지 않았다.

문헌⁽²³⁻²⁵⁾에 보고된 발효유의 휘발성 향기 성분의 패턴과 *L. acidophilus* (KCTC 2182)를 사용하여 얻어진 본 연구의 결과는 대체로 유사한 경향을 보였으며, 다

소 차이가 있는 이유는 젖산균 중에서도 종(species) 또는菌株(strain)에 따라 생성대사산물에 차이가 있으며⁽²⁶⁾, 젖산균의 발효 기질이 다르다는 점(본 연구의 시료는 우유가 아니라 과즙과 우유의 혼합시료라는 점), 뿐만 아니라 휘발 성분의 채취 및 분석 방법에도 문헌의 방법과는 차이가 있기 때문이라고 생각된다.

GC chromatogram의 경시적인 변화

Fig. 8과 Fig. 9는 시료 I (사과즙스 25 mL: 우유 25 mL)의 GC chromatogram이다. Fig. 8 (0시간 시료; 접종 직후)의 경우 8개의 피크가 나타났는데 이 가운데서 성분이 확인된 것은 2번(acetone), 4번(ethanol), 8번(butanol)이며, 6번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크이다. 1번(1.982 min), 3번(3.299 min), 5번(5.549 min), 7번(9.186 min) 피크는 성분이 확인되지 않았으나 chromatogram의 retention time으로 판단하여 1번 피크는 우유로부터, 3번, 5번, 7번 피크는 사과즙스로부터 유래된 것으로 확인되었다.

Fig. 9 (21시간 시료)의 경우 10개의 피크가 나타났는데 이 가운데서 성분이 확인된 것은 2번(acetone), 4번(ethanol), 5번(diacetyl), 9번(butanol), 10번(acetoin)이며 7번은 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크

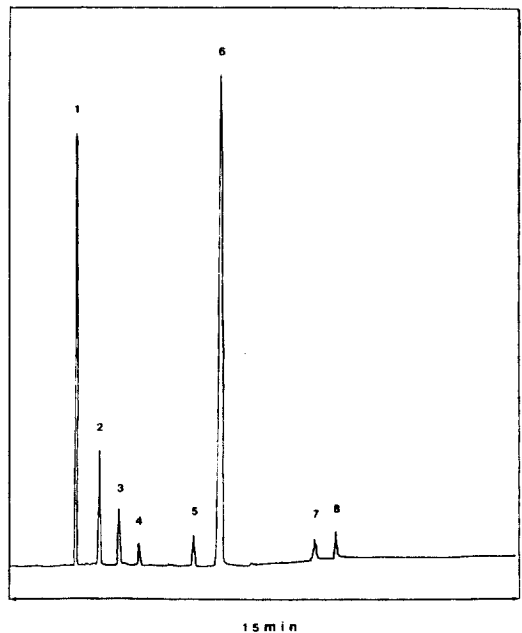


Fig. 8. GC chromatogram of volatile aroma compounds in 0 hr sample prepared from mixture of apple juice and milk (25 mL: 25 mL). 1: unknown, 2: acetone, 3: unknown, 4: ethanol, 5: unknown, 6: n-propanol, 7: unknown, 8: butanol

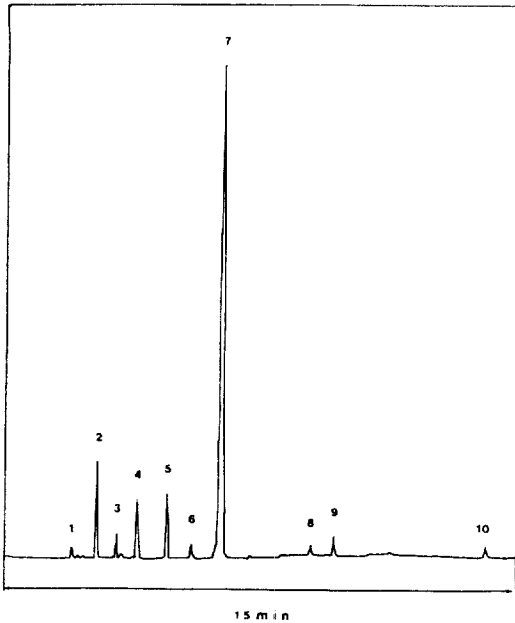


Fig. 9. GC chromatogram of volatile aroma compounds in 21 hr sample prepared from mixture of apple juice and milk (25 mL: 25 mL). 1: unknown, 2: acetone, 3: unknown, 4: ethanol, 5: diacetyl, 6: unknown, 7: n-propanol, 8: unknown, 9: butanol, 10: acetoin

이다.

Fig. 8 (0시간 시료)과 Fig. 9 (21시간 시료)의 chromatogram을 비교하면, 내부표준물질로 사용한 n-propanol의 피크 면적은 큰 차이가 없었으나, 0시간 시료의 chromatogram에 비교하여 21시간 chromatogram에서는 acetone과 butanol의 피크 면적은 다소 감소하였고, ethanol은 증가하였으며, diacetyl과 acetoin은 새로이 생성된 것을 알 수 있다. 따라서 성분이 확인되지 않은 4개의 피크의 실체를 확인하는 것이 앞으로 수행하여야 할 과제 가운데 하나라고 생각한다.

요 약

사과즙스-우유 혼합시료와 포도즙스-우유 혼합시료를 *L. acidophilus* (KCTC 2182)로 21시간 발효시키면서 휘발성 향기 성분의 변화를 관찰한 결과, 발효에 의해 생성된 diacetyl과 acetoin은 6시간 또는 12시간에 처음 탐지되기 시작하여 12시간에 가장 높은 수치를 보인 후, 그 후에는 감소하는 경향을 보였다. 시료 중에 원래 존재하던 acetone과 butanol은 발효 과정에서 점차 감소하였다. 시료 중에 원래 존재하기도 하고, 발효에 의해 생성되기도 하는 ethanol의 함량은 사과

즙스-우유 혼합시료의 경우는 18시간에 가장 높았으며 그 후에는 다소 감소하였고, 포도즙스-우유 혼합시료의 경우는 발효 중 기간에 걸쳐서 높은 수치를 보였으나 18시간이 다른 시간보다 다소 높은 수치를 보였다. 사과즙스에서는 ethanol이, 포도즙스에서는 ethanol과 acetone의 경우 실험 결과에 영향을 미칠 정도의 높은 양이 검출되었다.

문 헌

1. Korean Association of Dairy Technologists: *Milk*. Korean Association of Dairy Technologists, Vol. 69, p.59 (1997)
2. Ko, Y.T.: Effects of heat treatment of soy milk on acid production by lactic acid bacteria and quality of soy yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**(3), 317 (1988)
3. Kim, K.H., Bang, I.R. and Ko, Y.T.: Effects of protease treatment of soy milk on acid production by lactic acid bacteria and quality of soy yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(1), 92 (1989)
4. Ko, Y.T.: Acid production by lactic acid bacteria in soy milk treated by microbial protease or papain and preparation of soy yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(3), 379 (1989)
5. Ko, Y.T.: Effects of milk products on acid production by lactic acid bacteria in soy milk and quality of soy yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**(2), 183 (1990)
6. Kim, H.J. and Ko, Y.T.: Study on preparation of yogurt from milk and soy protein (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**(6), 700 (1990)
7. Hong, O.S. and Ko, Y.T.: Study on preparation of yogurt from milk and rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**(5), 587 (1991)
8. Paik, J.H. and Ko, Y.T.: Effect of storage period of rice on quality of rice added yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**(5), 470 (1992)
9. Kim, K.H. and Ko, Y.T.: The preparation of yogurt from milk and cereals (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**(2), 130 (1993)
10. Kim, K.H. and Ko, Y. T.: Volatile aroma compounds of yogurt from milk and cereals (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**(2), 136 (1993)
11. Um, S.S. and Yoo, J.C. and Ko, Y.T.: The effects of starch addition on acid production by lactic acid bacteria and quality of curd yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**(6), 747 (1993)
12. Ko, Y.T.: The effects of egg white powder addition on acid production by lactic acid bacteria and quality of curd yogurt (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(4), 458 (1995)
13. Ko, Y.T. and Kyung, H.M.: Changes in acid production, sensory properties of yogurt and volatile aroma compounds during lactic fermentation in milk added with egg white powder (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(4), 612 (1995)
14. Ko, Y.T. and Kyung, H.M.: Changes in several volatile

- aroma compounds during lactic fermentation in milk added with egg white powder. *J. Natural Sci., Institute of Natural Science Research, Duksung Women's University, Seoul, Vol. 1, p.101* (1995)
15. Ko, Y.T. and Lee, E.J.: The preparation of yogurt from egg white powder and casein (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(2), 337 (1996)
 16. Ko, Y.T. and Lee J.W.: The effects of sugar addition in yogurt prepared from egg white powder and casein (in Korean). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **12**(2), 153 (1996)
 17. Ko, Y.T. : The preparation of yogurt from egg white powder and milk products (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(3), 546 (1997)
 18. Park, S.Y., Ko, Y.T., Lee, J.Y., Mok, C.K., Park, J.H. and Ji, G.E.: Fermentation of carrot juice by *Bifidobacterium* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(3), 571 (1997)
 19. Ko, Y.T. and Kang, J.H. : The preparation of fermented milk from milk and fruit juices (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(6), 1241 (1997)
 20. Park, S.K.: The review of flavor analysis : Part 1. The analysis of food flavor (in Korean). *Food Sci. and Ind.*, **24**(4), 88 (1991)
 21. Young-In Scientific Co.: *Textbook of GC workshop.* (in Korean), Young-In Scientific Co., Seoul (1991)
 22. Kim, K.H.: A study on the preparation of yogurt from milk and cereals. *Ph.D. Thesis, Duksung Women's Univ., Seoul, Korea* (1993)
 23. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yogurt.* Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.90 (1978)
 24. 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)
 25. Tamine, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yogurt: Science and Technology.* Pergamon Press, Oxford, p.300 (1985)
 26. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yogurt.* Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.92 (1978)

(1997년 11월 26일 접수)