

저장중 요구르트의 향미성분이 품질에 미치는 영향

곽 해 수

세종대학교 식품공학과

Effect of Volatile Flavor Compound on Yogurt during Refrigerated Storage

Hae-Soo Kwak

Department of Food Science and Technology, Sejong University

Abstract

This study was carried out to investigate neutral volatile compounds and sensory quality of yogurt during the storage of 15 days at 10°C. The yogurt was manufactured with mixed culture containing *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Among the volatile compounds, acetaldehyde, acetone and ethanol increased significantly, and 2-butanone and 2-heptanone increased slightly but diacetyl did not increase during the storage periods. In sensory test, the flavor scores of yogurt were not different during the period, but those of off-flavor were significantly different ($p < 0.05$). In correlation between the volatile compounds and sensory test, there was negative correlation between acetone and yogurt flavor, but positive correlations between ethanol and off-flavor ($P < 0.05$). The results suggested that the volatile flavor compound may not affect the quality of yogurt during 15d storage period at 10°C.

Key words: yogurt, flavor compounds, sensory analysis

서 론

요구르트의 품질 검사는 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 검사로 분류할 수 있다. 물리화학적 검사에는 적정 산도, pH, 점도 및 휘발성 향기 성분, 미생물학적 검사에서는 살아 있는 유산균수, 관능적 검사에서는 향미, 이취, 조직 및 점도와 같은 특성이 주로 측정된다. 요구르트의 품질이 여러가지 요인에 의해 변화 가능성이 높기는하나 위의 검사들을 통한 분석 및 평가로써 양질의 제품 유지가 가능하다⁽¹⁾. 그러나 요구르트에는 저장 기간 중 많은 수의 유산균이 살아있어 냉장 체계가 미비한 우리나라의 판매 유통 실정을 감안한다면 저장기간중 생산된 호상 요구르트의 관능적, 물리화학적 변화에 의한 품질 저하가 문제점으로 드러난다.

품질 평가에 기준이되는 요구르트의 특이한 고유 향미는 비휘발성산, 휘발성 향기 성분, 아미노산, 지방산 등에 기인하며⁽²⁾, 그 중 요구르트의 생산과정에서 젖산에 의해 생성되는 휘발성 향기 성분이 가장 중요한 영향을 미친다. 여러 연구에 의해 보고된 바와 같이 acetaldehyde, acetone, diacetyl 등이 주요성분으로 알려져 있으며, 이 중 acetaldehyde 함량이 향미에 미치는 영향이 가장

크다⁽³⁾. 요구르트의 이들 성분의 함량은 starter culture의 종류, 원유의 질, 배양 조건, 저장 조건 등에 의해 달라질 수 있다⁽⁴⁾. 우유의 발효 중 생성된 산은 저장 기간중 증가되어 시간이 지남에 따라 over-acidification 현상을 나타내며, 이로 인한 제품의 품질저하가 보고된 바 있다⁽⁴⁾. 저장 기간에 따른 요구르트의 품질 변화를 조사한 실험에 의하면 10°C 저장시 15일동안 적정 산도와 pH 및 유산균 수는 거의 변화가 없었고, 관능검사로 측정된 신맛 및 단맛 또한 저장 초기와 거의 차이가 없었다⁽⁵⁾. 이와 같이 저장 기간에 따른 호상 요구르트의 유산균수, 점도, pH 및 관능 검사에 의한 향미와 이취의 변화에 관한 연구 자료는 방대하나, 요구르트의 휘발성 향기 성분의 함량 변화에 대해서는 연구가 미비한 실정이다. 본 실험은 10°C에서 15일간의 저장이 호상 요구르트의 휘발성 향기 성분과 요구르트 향미와 이취에 미치는 영향을 조사하기위해 실시되었고, 이 결과를 통해 호상 요구르트의 품질을 유지하는 저장기간을 선정하는데 기초 자료가 될 것으로 기대한다.

재료 및 방법

호상 요구르트의 제조

본 실험에 사용된 호상 요구르트는 다음과 같이 제조되었다. 원유에 탈지분유 3.7%를 첨가한 후 90°C로 고정된 수조에서 가열처리하여 살균한 후 40°C로 냉각

Corresponding author: Hae-Soo Kwak, Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Ku-nja-dong, Kwangjin-gu, Seoul 133-747, Korea

시켰다. 여기에 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*를 혼합한 ABT-4(Chr. Hansen Lab., Denmark) starter를 0.02% 접종한 후 40°C에서 6시간 발효시켰다. 10°C에서 24시간 안정화시킨 시료를 저장기간 0일로 하여, 10°C에서 15일간 저장하면서 3일 간격으로 시료를 채취하였다.

요구르트의 휘발성 향기 성분의 포집과 분석

요구르트의 휘발성 향기 성분은 Bassette과 Ward⁽⁶⁾의 방법에 의해 포집되었다. 시료 50g을 Kemmerer-Hallet type micro-Kjeldahl distillation unit의 증류플라스크에 넣고 ethyl acetate 5 ppm을 내부 표준 물질로 첨가한 후 증류시켜 증류액 5 ml를 수집하였다. 이 중 2 ml를 20 ml의 space vial에 취하고 여기에 Na₂SO₄ 0.5g을 첨가한 후 teflon마개로 막고 60°C 수조에서 2분간 정치시킨 후 5분간 교반하고 다시 8분간 정치시켜 headspace gas 1 ml를 gas chromatography(GC)로 분석하였다.

GC 분석은 FID(flame ionized detector)가 장착된 Hewlett-Packard Model 5890 series II Gas Chromatograph (Hewlett-Packard Co., USA)를 사용하여 실시하였다. 컬럼으로는 Supelcowaxtm 10(Fused silica capillary column, 30m×0.32 mm I.D.×0.25 μm)을 사용하였으며 carrier gas로는 N₂ 1.2 ml/min, air 300 ml/min, H₂ 30 ml/min 그리고 auxiliary gas로는 N₂ 28.2 ml/min로 흘렸다. 1 ml를 주입한 시료의 split ratio는 1:20이었으며, Purge on time은 0.1분으로 하였다. 온도조건은 주입구와 검출기의 온도를 250°C로 설정하였고 컬럼은 최초 35°C에서 5분간 머문 후 분당 15°C씩 상승시켜 140°C로 올린 후 30분간 유지하였다. Chromatogram에 의해 얻어진 각 성분의 머무름시간과 피크 면적을 외부 표준 물질과 비교하여 acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, 2-butanone과 2-heptanone을 정량분석하였다. 위의 실험은 반복 실시하였다.

저장기간에 따른 호상요구르트의 관능검사

저장기간을 달리한 각 호상요구르트의 관능검사를 위

해 시료는 검사실시 30분전에 요구르트를 4°C 냉장고에서 꺼내 뚜껑있는 유리병에 담은 후 숟가락과 함께 제공되었다. 참가한 관능검사 요원은 7명으로 훈련을 통해 특성에 대한 식별력과 특성의 강도를 측정할 수 있는 능력을 갖춘 후에 평가에 임하도록 하였고, 각 시료는 한 검사 요원에 의해 3회 반복 평가되었다. 평가된 특성은 요구르트 향미(yogurt flavor)와 이취(oif-flavor) 두 가지였으며 각 특성은 7점 척도법을 사용하였다. 이때 숫자가 클수록 강도가 강한것으로 나타내게 하였다. 시료의 번호는 난수표를 이용한 3자리 숫자로 표시하였으며 매번 제시 순서와 번호를 달리하여 개인 검사대에 제시하였다. 또한 식별을 제공하여 입안에 남은 맛을 제거할 수 있도록 하였다.

통계 분석

실험에서 얻어진 요구르트의 휘발성 향기 성분과 관능검사자료는 SAS⁽⁷⁾를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 최소유치의 검정으로 통계처리하였다. 요구르트의 휘발성 향기성분과 관능검사결과와의 관계는 상관계수로 구하고 상관계수의 유의성 검정을 실시하였다. 그리고 요구르트 향미와 이취를 요구르트의 휘발성 향기성분으로 수식화하기 위하여 이들간의 회귀식을 구하였다.

결과 및 고찰

저장기간에 따른 요구르트의 휘발성 향기성분의 변화

10°C에서 0~15일간의 저장기간 별 호상 요구르트의 각 휘발성 성분의 함량은 Table 1과 같으며, Fig. 1은 3일 저장시킨 호상 요구르트의 GC 분석 결과의 chromatogram이다. 요구르트 향미를 결정하는 중요 성분인 acetaldehyde 함량은 0일 저장한 초기 시료의 18.3 ppm에서 15일 저장된 시료의 28.9 ppm으로 지속적인 증가 추세를 보였다. Acetaldehyde 생성은 pH가 5.0 이하로 감소될때 촉진되어 pH 4.0까지 지속적이라는 보고에 의거⁽⁸⁾, 초기부터 15일까지 4.0~4.14를 유지한 본 실험의 요구르트 pH는(나타나 있지 않음) acetaldehyde 생성이 15일간의 저장기간동안 지속적이라는 위의 결과를 뒷받침한다. 본

Table 1. Means¹⁾ of carbonyl compounds of yogurt by gas chromatography during storage at 10°C

(unit: ppm)

Storage period(d)	Acet-aldehyde	Acetone	Ethanol	Diacetyl	2-Butanone	2-Heptanone
0 ²⁾	18.33 ^a	6.57 ^a	23.70 ^a	3.30 ^a	1.03 ^a	0.372 ^a
3	23.30 ^b	7.84 ^b	25.74 ^a	2.78 ^a	1.37 ^a	0.795 ^b
6	23.83 ^b	8.46 ^{bc}	28.60 ^a	3.09 ^a	1.63 ^b	0.875 ^b
9	25.24 ^{bc}	8.91 ^c	38.39 ^b	3.08 ^a	1.64 ^b	0.848 ^b
12	26.43 ^{bc}	10.62 ^d	39.19 ^b	2.88 ^a	1.83 ^b	0.972 ^b
15	28.86 ^c	11.24 ^d	44.21 ^b	2.86 ^a	2.05 ^b	1.152 ^b

¹⁾Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another (p<0.05). ²⁾0 d: after 24 hr stabilization at 10 °C

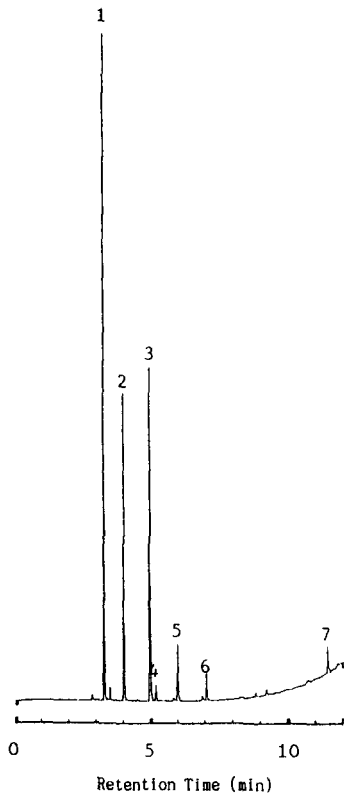


Fig. 1. Typical chromatogram of carbonyl compounds obtained from yogurt stored at 10°C for 3 days

The compounds identified are: 1=acetaldehyde, 2=acetone, 3=ethyl acetate (internal standard), 4=2-butanone, 5=ethanol, 6=diacetyl, 7=2-heptanone

실험과 동일한 starter와 시료제조 조건하에서 호상 요구르트의 발효 중 휘발성 향기 성분 생성을 보면⁽⁹⁾ acetaldehyde은 발효 2시간 이후부터 6시간까지 급격한 증가를 보였다. 이 결과에 비해 본 실험의 15일간의 저장에서는 계속적이긴하나 완만한 acetaldehyde 증가 경향을 나타냄으로써, 높은 온도(40°C)에서 6시간 발효보다 10°C에서 15일간의 요구르트 저장이 향미를 결정하는 acetaldehyde 함량변화에 미치는 영향은 적은 것으로 관찰되었다. 그러나 저장 초기부터 15일까지 acetaldehyde가 18~29 ppm을 유지한 것으로 볼때, 10°C에서 15일의 저장은 받아들일만한 수준의 향미를 포함한다고 할 수 있다. 14일 이후의 저장 기간동안 특정 culture에서 acetaldehyde 생성 능력은 떨어진다고 보고된 바 있고⁽¹⁰⁾, 또한 0, 12, 24일의 저장기간동안의 acetaldehyde 생성을 측정된 다른 실험에서는 그 양이 각각 29, 26, 22 ppm으로 적은 양으로 감소하는 경향을 보였다⁽¹¹⁾. 위의 결과들을 종합해 볼때 14~15일의 저장기간은 요구르트 향미와 품질에 변화를 미치지 않는, 더 오랜기간 저장한다면 영향을 끼칠 수 있음을 시사한다. 저장기간

Table 2. Means¹⁾ of sensory analysis of yogurt during storage at 10°C

Storage period (d)	Flavor score	Off-flavor score
0	4.048 ^{ab}	1.238 ^a
3	4.143 ^b	1.429 ^a
6	3.905 ^{ab}	1.333 ^a
9	3.857 ^{ab}	2.048 ^b
12	3.524 ^{ab}	2.190 ^{bc}
15	3.476 ^a	2.286 ^{bc}

¹⁾Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$). As the value increases from 1 to 7, the intensity of the sensory characteristics increases.

동안의 acetaldehyde 생성 경로를 이 실험을 통해 알 수는 없으나, starter에 들어있는 *L. bulgaricus*에 존재하는 aldehyde dehydrogenase와 *S. thermophilus* 4종 중 2종에 존재하는 alcohol dehydrogenase에 의해 포도당이 aldehyde로, aldehyde가 ethanol로 대사됨은 이미 밝혀졌다⁽¹²⁾. Threonine 또한 요구르트 starter에 의해 생성되는 acetaldehyde의 중요한 전구체로 알려져 있다⁽¹³⁾.

주로 우유에서 유래되는 것으로 알려진 ethanol도 저장기간 중 증가하는 경향을 나타내었으며, 6일과 9일 사이에서 그 유의적 차이가 인정되었다($p < 0.05$). 젖산 발효에 의해 생성되는 ethanol은 요구르트의 향미에 그렇게 큰 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다⁽³⁾. 요구르트의 전체적 향미에 다소 기여하는 것으로 알려진 acetone은 acetaldehyde와 마찬가지로 저장 0일에는 6.6 ppm에서 15일 저장후에는 11.2 ppm으로 지속적인 증가추세를 보였다. Acetaldehyde : acetone 생성비가 2.8 : 1인 경우에 요구르트는 좋은 향미를 가진다는 보고와 일치하게⁽¹⁴⁾, 본 실험에서도 전 저장기간동안 acetaldehyde/acetone의 비가 2.5~2.9:1을 유지하는 것으로 나타났다 향미에도 거의 변화가 없었다(Table 2). 2-butanone과 2-heptanone 함량은 저장기간에 따라 지속적으로 증가하였고, 2-butanone은 6일째에 2-heptanone은 3일째에 유의적 차이를 보였다. 그러나 주로 우유로부터 발생하는 위의 성분들은 다른 화합물에 비해 향미에 미치는 기여도가 낮고 또한 존재량도 적은 것으로 알려져 있다⁽³⁾.

휘발성 향기 성분 중 요구르트의 향미 결정에 중요하나 적은량으로 존재하는 것으로 알려진 diacetyl은 저장 초기에서 15일까지 3.3에서 2.9 ppm으로 감소하는 추세이나 유의적 차이는 인정되지 않았다. Acetaldehyde의 존재량이 적을때 diacetyl의 역할이 크다는 보고에 의해⁽³⁾, acetaldehyde 생성량이 충분히 높은 본 실험에서는 diacetyl 함량은 향미에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 일반적으로 diacetyl은 요구르트에 0.5~2 ppm 정도 존재하나, 원료유의 조성이나 제조에 이용된 유산균의 종류에 따라 차이가 있다^(15,16). 다른 실험결과보다

Table 3. Correlation coefficient between carbonyl compound and sensory analysis of yogurt during storage at 10°C

Carbonyl compounds	Correlation coefficient	
	vs. Yogurt flavor	vs. Off-flavor
Acetaldehyde	-0.678	0.799
Acetone	-0.897*	0.868
Ethanol	-0.844	0.971*

*Significant at $p < 0.05$.

약간 높게 측정된 본 실험의 diacetyl 함량은(2.8~3.3 ppm) Brandao의 결과와 유사하다⁽¹⁷⁾. 위의 결과는 시료의 pH가 낮고, steam-distillation과정의 높은 온도로 인해 α -acetylacetic acid(ALA)가 diacetyl로 산화되어 생기는 diacetyl 함량 증가로 설명되었다⁽¹⁵⁾. 이에 근거해 본 실험으로 정확한 양을 추정할 수는 없으나, 15일간의 저장기간동안에 변화없는 diacetyl량은 실제로는 증가한 것으로 볼 수도 있다. 유제품의 저장기간동안의 diacetyl함량의 증가는 버터등에서 잘 알려진 현상이며, 다른 유제품인 buttermilk의 경우에도 연속적인 decarboxylation에 의해 감소된 ALA량이 7°C에서 1~2주 저장후에는 아주 적은량이 존재하여 diacetyl로 전환되는 양이 감소된다고 보고되었다⁽¹⁵⁾. 발효 식품에 존재하는 diacetyl량은 citrate가 diacetyl로 전환되는 효율과 diacetyl reductase activity에 의해서도 달라질 수 있다⁽¹⁸⁾.

관능검사에 의한 요구르트 향미와 휘발성 향미 성분과의 상관관계

10°C에서 15일간의 저장기간동안에 따른 호상 요구르트의 관능검사결과는 Table 2에 나타나 있다. 요구르트의 기호성을 높이는 특정향미는 acetaldehyde와 diacetyl과 같은 여러 휘발성분들의 생성에 의해 얻어진다⁽³⁾. 본 실험에서 요구르트 향미의 관능검사점수는 0일부터 15일 까지의 저장 기간 중 4.0에서 3.5로 낮아지는 경향을 보이기는 했으나, 통계학적으로 각 시료간에 유의적인 차이는 거의 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 위의 결과와 일치하게 신 등⁽¹⁹⁾은, 10°C에서 14일간의 호상 요구르트의 저장이 향미와 품질에 영향을 미치지 않는다고 하였다. Badings와 Neeter⁽²⁰⁾는 13~16 ppm 정도의 acetaldehyde가 존재하는 요구르트는 충분한 향미를 가진 것이라고 하였으므로, 저장기간동안에 향미 변화가 거의없는 본 관능실험결과는 향미를 내기에 충분한 18~29 ppm의 acetaldehyde 함량에 의해 설명 가능하다. 이취는 전체적으로 저장 15일까지 증가하는 경향을 보였고, 9일째에 유의적인 차이를 보였다.

Table 3은 호상 요구르트의 관능검사결과와 휘발성 향미 성분간의 상관관계를 나타내었다. 15일간 저장한 요구르트에서 향미와 acetaldehyde, acetone과 ethanol 간에는 역(-)의 상관관계가 나타났고 그 중 acetone과만

유의성이 인정되었다. Hiroya 등의 보고도 역의 상관관계가 성립됨을 보여주었다⁽²¹⁾. 이와는 다르케 이 등의 호상 요구르트 발효 중 매시간 채취한 시료의 실험에서는⁽⁹⁾ acetaldehyde와 향미의 관능검사자료와의 상관관계가 0.96으로 높게 나타났다. 이 결과를 바탕으로 6시간 발효기간동안의 acetaldehyde 생성과 향미와는 상관관계가 크나, 그 이후의 오랜 저장기간동안에는 상관성이 적음을 알 수 있다. 또한, 요구르트 향미가 acetaldehyde의 생성에 의존한다고는 하나 어느 수준의 acetaldehyde보다 함량이 많지 않으면 요구르트 향미와 acetaldehyde와는 직접적 연관성이 없음을 시사한다.

이취는 acetaldehyde, acetone 및 ethanol과 정(+)의 상관관계를 나타내었으나, ethanol과만 유의적 상관관계를 보였다. Acetaldehyde가 축적되면 yogurt 향미에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 이런 acetaldehyde 축적 현상은 acetaldehyde가 ethanol로 변환되지 않음으로 인해 생길 수 있는데, 이에 관여하는 alcohol dehydrogenase의 activity는 발효하는데 필요한 높은 온도에서 감소된다고 알려져 있다⁽¹²⁾. 그러나 이 실험의 관능검사결과에서 향미가 저장기간동안 큰 차이가 없는 것으로 보아 29 ppm acetaldehyde 함량은 이취를 발생할 정도의 높은량은 아닌 것으로 사료된다. 저장 중 측정된 요구르트의 휘발성 향기 성분을 이용하여 관능적 요구르트 향미와 이취 정도를 측정하고자 회귀식을 다음과 같이 추정하였다.

$$\text{요구르트 향미} = 5.108 (\text{acetone, ppm}) - 0.143$$

$$\text{요구르트 이취} = 0.059 (\text{ethanol, ppm}) - 0.189$$

요 약

본 실험에서는 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus salvarius* subsp. *thermophilus*의 혼합균주를 이용한 호상 요구르트의 제조시 10°C에서 15일간의 저장기간에 따른 휘발성 향미성분과 요구르트 향미의 변화를 조사하였다. 저장기간이 길어짐에 따라 diacetyl을 제외한 acetaldehyde, acetone, ethanol, 2-butanone과 2-heptanone의 함량은 지속적인 증가 경향을 보였다. 그 중 acetaldehyde, acetone과 ethanol 성분은 현저히 증가하였다. 호상 요구르트의 향미는 15일간의 저장기간동안 유의적 차이를 보이지 않았고, 관능검사에 따른 이취는 증가하였다. 요구르트의 휘발성 향미 성분과 관능검사결과와의 상관 관계는 acetone과 향미와는 (-)의 관계로, ethanol과 이취와는 (+)관계로 나타났으며, 그 유의성이 인정되었다($p < 0.05$). 10°C에서 15일간의 저장기간에 따른 호상 요구르트의 휘발성 성분 함량과 요구르트의 향미 변화를 조사한 결과, 15일간의 저장은 거의 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다.

감사의 말

이 논문은 1994년도 세종대학교 대양학술 연구비에

의하여 수행된 것으로서 이에 감사드립니다.

문헌

1. Salji, J.S. and Ismail, A.A.: Effect of initial acidity of plain yoghurt on acidity changes during refrigerated storage. *J. Food Sci.*, **48**, 258 (1983)
2. Kang, Y.J., Frank, J.F. and Lillard, D.A.: Gas chromatographic detection of yogurt flavor compounds and changes during refrigerated storage. *Cultured Dairy Prod. J. Nov.*, **6** (1988)
3. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: Yogurt, Scientific grounds, technology, manufacture and preparations. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark, p.90 (1978)
4. Crawford, R.J.M.: How to succeed with yogurt. *Dairy Engineering*, **79**, 4 (1962)
5. 이호진, 서동순, 신용국, 고준수, 광해수: 저장온도와 교반조건을 달리한 요구르트의 저장중 품질변화. *한국식품과학회지*, **24**, 353 (1992)
6. Bassette, R. and Ward, G.: Measuring parts per million of volatile materials in milk. *J. Dairy Sci.*, **58**, 428 (1975)
7. SAS^R User's Guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, (1986)
8. Bottazzi V., Battistotti, B. and Montescani, G.: Influence of single and associated strains of *L. Bulgaricus* and *Str. thermophilus* as well as milk treatments on the production of acetaldehyde in yogurt. *Lait*, **53**, 295 (1973)
9. 이경옥, 서동순, 광해수: 호상요구르트의 제조 중 향미 성분과 관능적 특성의 변화. *서울우유협동조합 기술연구지*, **5**(1), 47 (1993)
10. Hamdan, I.Y., Kunsman, J.E. and Deane, D.: Acetaldehyde production by combined yogurt cultures. *J. Dairy Sci.*, **54**, 1080 (1971)
11. McGregor, J.U. and White, C.H.: Effect of sweetness on major volatile compounds and flavor of yogurt. *J. Dairy Sci.*, **70**, 1828 (1987)
12. Lees, G.J. and Jago, G.R.: Role of acetaldehyde in metabolism: A review 2. the metabolism of acetaldehyde in cultured dairy products. *J. Dairy Sci.*, **61**, 1216 (1978)
13. Rysstad, G., Knutsen, W.J., and Abrahamsen, R.K.: Effect of threonine and glycine on acetaldehyde formation in goats' milk yogurt. *J. Dairy Res.*, **57**, 401 (1990)
14. Bottazzi, B.V. and Vescovo, M.: Carbonyl compounds produced by yoghurt bacteria. *Neth. Milk Dairy J.*, **23**, 71 (1969)
15. Veringa, H.A., verburg, E.H., and Stadhouders, J.: Determination of diacetyl in dairy products containing α -acetolactic acid. *Neth. Milk Dairy J.*, **38**, 251 (1984)
16. Rysstad, G. and Abrahamsen, R.K.: Formation of volatile compounds and carbon dioxide in yogurt starter grown in cows' and goats' milk. *J. Dairy Res.*, **54**, 257 (1987)
17. Brandao, S.C.: Determination of volatile flavor constituents and residual carbonates during the fermentation of yogurt. Michigan State University Ph.D. thesis (Dissertation Abstract), **41**, 2541B (1980)
18. Kneifel, W., Kaufmann, M., Fleischer, A. and Ulberth, F.: Screening of commercially available mesophilic dairy starter cultures: Biochemical, sensory, and microbiological properties. *J. Dairy Sci.*, **75**, 3158 (1992)
19. 신정걸, 이정준, 김형용, 백영진: 농후발효유의 저장 중 품질변화와 기호도에 관한 연구. *한국낙농학회지*, **13**, 148 (1991)
20. Badings, H.T. and Neeter, R.: Recent advances in the study of aroma compounds of milk and dairy products. *Neth. Milk Dairy J.*, **34**, 9 (1980)
21. Hiroya, Y.H., Akinori, H. and Kazuyoshi, D.: Studies on the flavour of yogurt fermented with Bifidobacteria-Significance of volatile compounds and organic acids in the sensory acceptance of yogurt. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **221**, 503 (1989)

(1995년 8월 14일 접수)