

난백분말의 첨가가 호상요구르트에서 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향

고 영 태

덕성여자대학교 식품영양학과

The Effects of Egg White Powder Addition on Acid Production by Lactic Acid Bacteria and Quality of Curd Yogurt

Young-Tae Ko

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

A curd yogurt was prepared from milk added with skim milk powder or egg white powder(EWP). The effects of EWP addition on growth and acid production by lactic acid bacteria in milk were studied. The effects of EWP addition on quality of curd yogurt in point of apparent viscosity, sensory property and volatile aroma compounds were also investigated. Addition of EWP markedly stimulated acid production by lactic acid bacteria and stimulating effect of EWP on acid production was proportional to the amount of addition. Apparent viscosity of curd yogurt added with EWP was generally higher than that of control. Curd yogurt fermented with *L. acidophilus* showed thixotropic characteristics. Sensory property of curd yogurt added with EWP was evaluated as better than reference sample and sample added with EWP at 2% level was evaluated as better than other samples. Acetone, ethanol, diacetyl, butanol and acetoin were detected by gas chromatographic analysis.

Key words: yogurt, egg white, lactic acid bacteria

서 론

우리나라의 1993년 발효유 생산량은 465,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였다⁽¹⁾. 수년 전까지는 액상요구르트가 호상요구르트(떠먹는 요구르트 또는 농후발효유라고도 함)보다 소비량이 훨씬 많았으나, 최근에는 호상요구르트의 소비량도 현저하게 증가하였다. 우리나라의 식품 성분 규격에 따르면, 호상 요구르트(농후발효유)의 무지유고형분(milk-solids-not-fat) 함량은 8% 이상으로 액상요구르트(발효유)의 3% 이상과 비교하여 매우 높다. 호상요구르트의 유고형분 함량을 높이기 위하여 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되는데⁽²⁾, 우리나라 유업회사에서는 우유에 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하는 것이 일반적이다. 첨가된 탈지분유는 호상요구르트의 점도를 증가시키고 유청의 분리를 억제하여 제품의 관능성을 개선시킨다. 호상요구르트의 부드럽고 매끄러운 gel상의 조직은 우유의 주요단백질인 카제인이 젖산에

의해서 응고되는 것을 이용한 것으로서 탈지분유의 첨가로 젖산균의 산생성이 촉진되어 요구르트의 酸味が 증가하고 조직감이 개선되는 효과도 기대할 수 있다.

본 연구의 목적은 요구르트의 제조 원료로서는 새로운 소재라고 할 수 있는 난백분말(egg white powder)을 종래 사용되어 오던 탈지분유 대신에 우유에 첨가하여 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향을 조사하는 것이다.

본 연구와 관련된 문헌을 살펴보면, 난백을 이용한 요구르트 유사 제품의 제조⁽³⁾, 유산균에 의한 酪의 발효에 관한 연구^(4,5), 젓과 生蛋白質을 이용한 크림빠다 및 치즈의 제조⁽⁶⁾ 등이 있다. 이상의 문헌을 자세히 검토하여 보면, 달걀 또는 난백을 이용하여 만든 요구르트에서 젖산균의 생육과 산생성, 점도, 관능성, 향기 성분 등을 체계적으로 조사한 연구는 아직 발표된 바가 없다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 “우유와 난백분말을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구”의 제1보로서 우유에 탈지분유 또는 난백분말을 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus* 3종)으로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 난백분말의 첨가가 젖산균의 생육과 산생성 및 요구르트의 품질(점도, 관능성, 휘발성 향기성분)에 미치는 영향을 조사하였다.

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

재료 및 방법

재료 및 시약

매일우유(평택군 진위면 소재 중부공장)의 시유(진지우유)를 요구르트 제조의 기질로 사용하였으며, 고품분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유) 또는 난백분말(Sigma Chemical Co., USA)을 사용하였다. 휘발성 향기성분 분석의 표준물질로는 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)의 3종의 균주를 선택하여 사용하였으며 젖산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천 배지(Difco Lab., USA)를 사용하였다.

요구르트의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나(대조군으로 함), 고품분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유 2%(W/V) 또는 난백분말을 1%, 2%, 3%(W/V) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 준비된 기질은 60°C로 고정된 수조에서 20분간 가열처리한 후 약 40°C로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(W/V)의 비율로 접종하여 40°C의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

젖산균의 생육과 산생성량 측정

요구르트에서 젖산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 발효가 완료된 요구르트로부터 시료를 일정량 취하여 생균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 측정방법은 고의 방법과 같다⁷⁾.

요구르트의 점도 측정

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

요구르트의 관능검사

우유에 2%의 탈지분유 또는 1%, 2%, 3%의 난백분

말을 첨가하여 만든 기질을 *L. acidophilus*로 15.5시간 발효시켜 만든 호상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 시료는 50 ml의 종이컵에 30 ml씩 넣은 후 parafilm(American National Can, USA)으로 덮은 후 발효시켰다. 발효가 완료된 요구르트를 냉장고에서 1일 방냉한 후 검사원에게 제공하였다. 관능검사방법은 多重比較試驗에 준하였으며⁸⁾, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 5일간 5회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 고품분 함량이 낮은 우유요구르트(대조군)대신에 2%의 탈지분유가 첨가된 호상요구르트를 사용하였다.

요구르트의 휘발성 향기 성분 분석

요구르트의 휘발성 향기 성분은 김과 고⁹⁾, 박¹⁰⁾, 영인과학 GC workshop 교재집¹¹⁾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 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 Na₂SO₄를 첨가하고 여기에 표준물질인 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 3회 이상 반복 실시하고 매회 5회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 김과 고의 방법⁹⁾과 같다.

자료의 처리 및 분석

실험의 결과는 PC-STAT(University of Georgia, USA) software¹²⁾를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 최소유치의 검정으로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

난백분말의 첨가가 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향

탈지분유 또는 난백분말이 첨가된 우유에 3종의 젖산균을 각각 접종하여 24시간 발효한 후 대조군(우유요

Table 1. Effect of additives on growth and acid production by lactic acid bacteria in milk added with SMP or egg white powder

	Culture ¹⁾	Additive ²⁾				
		Control	SMP	EWP 1%	EWP 2%	EWP 3%
Titratable acidity(% ³⁾)	LA	0.931±0.016 ^d	1.067±0.009 ^b	0.998±0.020 ^c	1.050±0.016 ^b	1.093±0.019 ^a
	LC	0.707±0.005 ^c	0.886±0.019 ^c	0.860±0.021 ^d	0.932±0.007 ^b	0.975±0.005 ^a
	LD	0.742±0.009 ^c	0.910±0.017 ^a	0.766±0.007 ^d	0.814±0.013 ^c	0.863±0.011 ^b
pH ⁴⁾	LA	3.96	4.02	3.99	4.01	4.03
	LC	4.27	4.30	4.16	4.15	4.16
	LD	4.20	4.29	4.34	4.30	4.30
Viable cell count (CFU/ml) ⁵⁾	LA	5.8×10 ⁹	8.2×10 ⁹	6.8×10 ⁹	6.2×10 ⁹	5.6×10 ⁹
	LC	5.2×10 ⁹	8.4×10 ⁹	4.0×10 ⁹	4.8×10 ⁹	5.0×10 ⁹
	LD	3.8×10 ⁹	7.4×10 ⁹	4.2×10 ⁹	5.8×10 ⁹	7.2×10 ⁹

¹⁾LA: *L. acidophilus*, LC: *L. casei*, LD: *L. delbrueckii*

²⁾Control: Sample prepared from milk only

SMP: skim milk powder, EWP: egg white powder

³⁾% 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 six 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 six or more replications

⁵⁾Mean values of four replications

구르트)과 생육 및 산생성을 비교 관찰한 결과는 Table 1과 같다. Table 1에서 적정산도는 24시간 발효 후에 측정된 산도에서 접종 직후의 산도를 뺀 수치이다.

*L. acidophilus*의 경우 난백분말의 첨가량이 증가함에 따라 산생성이 증가하여 산생성이 가장 높은 것은 난백분말 3% 첨가 시료로 산도가 1.093%였다. 그 다음으로 산도가 높은 것은 탈지분유 첨가 시료이며 대조군은 0.931%로 산생성이 가장 저조하였다. 대조군과 다른 시료 사이에 5% 수준에서 유의차가 있었다. *L. casei*와 *L. delbrueckii*의 경우도 *L. acidophilus*와 대체로 유사한 경향을 보여 난백분말의 첨가량이 증가함에 따라 산생성이 증가하고 대조군의 산생성이 가장 저조하였다.

pH는 난백분말 첨가 시료 사이에는 대체로 근사한 수치를 보였고, 난백분말 첨가 시료와 대조군 사이에는 균주에 따라 다소 차이가 있었다. 한편 탈지분유 첨가 시료는 산생성이 대조군보다 현저하게 높음에도 불구하고 pH가 높았는데 그 이유는 탈지분유에 함유된 인산염, 유단백질 등의 pH 완충작용에 기인하는 것으로 생각된다¹³⁾.

생균수는 모든 시료가 대체로 근사한 수치를 보였고, 다만 탈지분유 첨가 시료가 다소 높은 경향을 보였다.

이상의 결과로 유유에 첨가된 난백분말은 젖산균의 산생성을 촉진시키며 그 촉진 효과는 1%나 2%보다 3%가 높음을 알 수 있었다. 대조군보다 난백분말 첨가 시료의 산생성이 높은 이유는 난백분말 내에 젖산균의 산생성을 촉진하는 물질이 들어 있기 때문이라고 생각된다.

*Lactobacillus*는 제한된 생합성 능력만을 지니고 있으

므로 종에 따라 차이가 있지만 일반적으로 아미노산, 펩타이드, 핵산유도체, 비타민, 염, 지방산, 당류 등의 영양소를 필요로 한다¹⁴⁾. *L. acidophilus*의 경우 acetate (또는 mevalonic acid), riboflavin, calcium pantothenate, niacin, folic acid 등을 필요로 하며, *L. casei*와 *L. delbrueckii*도 이와 유사한 발육촉진물질을 필요로 한다고 알려져 있다¹⁴⁾.

난백은 단백질을 주성분으로 하는 점성물질로서 대략 수분 88%, 단백질 10.1%, 탄수화물 1.23%, 회분 0.56%, 소량의 지질과 미량의 비타민(thiamin, riboflavin, niacin, pantothenate 등)이 함유되어 있다^{15,16)}. 이 가운데서 비타민과 같은 성분이 젖산균의 산생성을 촉진시켰을 가능성이 있으나, 젖산균의 영양요구가 다양하고 난백에 함유된 성분이 다양하여 본 실험의 결과만으로는 난백 중에 어떤 성분인지 알 수 없으며 이 부분에 대하여는 앞으로 보다 상세한 연구가 필요하다고 생각된다.

김 등¹⁰⁾은 58°C, 30분 가열처리한 무가당 및 가당 소에 *S. lactis*, *L. casei* 및 *S. faecalis*를 접종하여 24시간 발효시키면서 젖산균수, 적정산도 및 pH의 경시적인 변화를 조사하였는데, 무가당 소에서는 *L. casei*의 생균수, 적정산도가 가장 높았고, pH가 가장 낮았다고 보고하였다. 그런데 김 등¹⁰⁾의 연구와 본 연구에서 사용한 시료가 서로 다르기 때문에 두 연구의 결과를 직접 비교하기는 다소 어렵다고 생각된다.

관련 접종된 3종의 젖산균 중에서 산생성이 가장 우수한 것은 *L. acidophilus*였으며 따라서 이후의 실험에서 단일 균주만을 사용할 필요가 있을 때는 *L. acidophilus*를 사용하였다.

Table 2. Effect of additives on apparent viscosity of curd yogurt prepared from milk added with SMP or egg white powder¹⁾

Culture ³⁾	Apparent viscosity(poise) ²⁾				
	Control	Additive ⁴⁾			
		SMP	EWP 1%	EWP 2%	EWP 3%
LA	98.35 ^b ± 18.80	123.85 ^a ± 16.65	100.40 ^b ± 12.50	106.65 ^b ± 11.60	121.50 ^a ± 7.80
LC	83.20 ^b ± 9.85	106.60 ^a ± 17.85	93.40 ^{ab} ± 14.25	101.35 ^{ab} ± 12.15	104.35 ^a ± 6.95
LD	72.35 ^d ± 9.00	94.70 ^c ± 14.20	73.90 ^{cd} ± 9.55	83.85 ^{bc} ± 10.35	92.85 ^{ab} ± 8.65

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

²⁾Mean values and standard deviations of six or more replications. Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.
³⁻⁴⁾See footnote in Table 1.

Table 3. Viscometric characteristics of curd yogurt prepared from milk added with SMP or egg white powder¹⁾

Time (min)	Apparent viscosity(poise) ²⁾				
	Control	Additive ³⁾			
		SMP	EWP 1%	EWP 2%	EWP 3%
2	111.15 ± 20.95	138.60 ± 14.50	112.65 ± 12.45	116.40 ± 9.45	136.65 ± 10.45
4	102.75 ± 18.60	124.20 ± 11.80	107.00 ± 13.00	108.65 ± 3.80	124.20 ± 8.00
6	95.75 ± 16.05	112.40 ± 11.95	96.15 ± 8.80	98.00 ± 5.05	110.25 ± 7.15
8	90.50 ± 15.75	104.50 ± 10.95	94.65 ± 11.20	91.65 ± 6.10	102.75 ± 7.45
10	84.40 ± 13.55	101.20 ± 9.75	84.50 ± 6.35	87.90 ± 3.20	99.75 ± 7.05

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

²⁾Mean values and standard deviations of six or more replications

³⁾See footnote in Table 1.

난백분말의 첨가가 요구르트의 점도에 미치는 영향

Table 2는 요구르트의 점도에 미치는 난백분말의 효과를 관찰한 것이다. *L. acidophilus*의 경우 대조군보다 탈지분유 또는 난백분말 첨가 시료의 점도가 높았으며, 난백분말 첨가 시료 가운데는 3% 첨가 시료의 점도가 가장 높았다. 다른 2종의 젖산균의 경우도 이와 유사한 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 Table 1에서 난백분말의 첨가로 젖산균의 산생성이 증가하고, 난백분말 첨가량이 증가함에 따라 산도가 증가하는 결과와 관련이 있는 것이다.

난백분말 첨가 시료의 점도가 대조군보다 높고, 난백

Table 4. Effect of additives on sensory properties of curd yogurt prepared from milk added with SMP or egg white powder¹⁾

	Additive ²⁾			
	Reference ³⁾	EWP 1%	EWP 2%	EWP 3%
Overall acceptability	5.00 ^c	5.58 ^{ab} ± 0.58	5.75 ^a ± 0.53	5.33 ^b ± 0.70
Taste	5.00 ^c	5.54 ^{ab} ± 0.59	5.75 ^a ± 0.79	5.17 ^{bc} ± 1.01
Odor	5.00 ^b	5.21 ^{ab} ± 0.51	5.38 ^a ± 0.49	5.42 ^a ± 0.50
Texture	5.00 ^b	5.71 ^a ± 0.62	5.79 ^a ± 0.59	5.71 ^a ± 0.69

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

²⁾See footnote in Table 1.

³⁾Reference: Curd yogurt prepared from milk added with 2% (W/V) of SMP.

분말 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하는 현상은 다음과 같이 설명할 수 있다. 난백은 단백질을 주성분으로 하는 점성물질로서 난백 중에 들어 있는 ovomucin 등의 단백질이 난백에 점성을 부여하는 것으로 알려져 있다⁽¹⁶⁾. 뿐만 아니라 가열 또는 산 첨가 등에 의해서 액상 난백의 유동성이 감소하고 심한 경우에는 응고하는데⁽¹⁶⁾, 본 실험에서 시료 제조시 실시한 가열처리와 발효중 젖산균이 생성한 산에 의해서도 난백의 유동성이 감소하고 호상 요구르트의 점도가 증가한 것으로 생각된다.

Lin과 Cunningham⁽³⁾은 액상의 난백과 탈지유를 여러 가지 비율로 혼합하여 시료를 만든 후 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*의 혼합균주로 20시간까지 발효시키면서 pH와 점도를 관찰하였는데, 난백 함량이 낮고 탈지유 함량이 높아짐에 따라 발효액의 pH가 저하하고 점도가 증가한다고 보고하였다. Lin과 Cunningham⁽³⁾의 연구와 본 연구는 실험 시료와 방법이 다르므로 직접 비교할 수는 없으나, 본 연구에서 호상요구르트의 산도가 증가함에 따라 점도가 증가하는 현상(Table 1, Table 2 참조)과 그 경향이 유사하다고 할 수 있다.

Table 3은 *L. acidophilus*로 24시간 발효한 호상요구르트의 점도를 일정한 rpm에서 10분간 측정하면서 비뉴톤 유체인 호상요구르트의 시간의존성을 관찰한 결과이다. 모든 시료에 있어서 시간이 경과함에 따라 점도가 감소하는 현상, 즉 thixotropic flow의 특성을 나타냈다. 전 실험시간에 걸쳐서 탈지분유 또는 난백분말 첨가 시료가 대조군보다 높은 점도를 나타냈으며, 난백분말 첨가 시료 중에서는 3% 첨가 시료가 가장 높은

Table 5. Composition of volatile aroma compounds in curd yogurt fermented with *L. acidophilus*¹⁾ (unit : ppm)

Additive	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
Milk	2.81 ± 0.47	2.11 ± 0.23	1.34 ± 0.19	9.41 ± 1.11	— ²⁾	2.27 ± 0.44	0.42 ± 0.07	0.37 ± 0.04	—	50.18 ± 15.75
SMP	2.76 ± 0.57	2.33 ± 0.32	1.48 ± 0.16	14.66 ± 3.36	—	2.82 ± 0.65	0.40 ± 0.08	0.37 ± 0.05	—	78.89 ± 20.16
EWP 1%	2.94 ± 0.50	1.99 ± 0.19	1.74 ± 0.29	14.35 ± 2.47	—	2.62 ± 0.36	0.41 ± 0.08	0.35 ± 0.05	—	63.37 ± 7.85
EWP 2%	2.98 ± 0.45	1.98 ± 0.23	2.09 ± 0.35	14.88 ± 1.67	—	2.73 ± 0.23	0.40 ± 0.07	0.37 ± 0.04	—	78.61 ± 7.41
EWP 3%	3.13 ± 0.09	2.04 ± 0.15	2.26 ± 0.06	15.31 ± 1.59	—	2.90 ± 0.20	0.42 ± 0.05	0.36 ± 0.06	—	80.09 ± 14.30

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.

Mean values and standard deviations of ten or more replications

²⁾—: Trace

점도를 나타냈다. 이와 같은 결과는 Table 2의 *L. acidophilus*의 실험 결과와 경향이 일치하는 것이었다.

난백분말의 첨가가 요구르트의 관능성에 미치는 영향

난백분말 1%, 2%, 3% 첨가 시료 가운데 중간에 상당하는 2% 첨가 시료와 고형분 함량이 일치하도록 탈지분유 2% 첨가 시료를 표준시료로 하고 난백분말을 첨가하여 만든 호상요구르트의 관능성을 조사하였다.

Table 4에 나타난 바와 같이, 전체적인 기호도(overall acceptability)는 표준시료보다 난백분말 첨가 시료가 우수하였고 난백분말 첨가 시료 가운데는 2% 첨가 시료가 가장 우수하였다. 표준시료와 난백분말 첨가 시료 사이에는 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 맛(taste)의 경우는 전체적인 기호도와 유사한 경향을 보였다. 냄새(odor)의 경우는 표준시료보다 난백분말 첨가 시료가 유의성 있게 우수하였고($p < 0.05$), 난백분말 첨가 시료 사이에는 3% 첨가 시료가 가장 우수하였으나 다른 두 시료와 유의적인 차이는 없었다. 조직감(texture)은 표준시료보다 난백분말 첨가 시료가 유의성 있게 우수하였고($p < 0.05$), 난백분말 첨가 시료 사이에는 차이가 없었다. 이상의 결과를 요약하여 보면 표준시료보다는 난백분말 첨가 시료가, 난백분말 첨가 시료 중에는 2% 첨가 시료가 관능성이 대체로 가장 우수한 것으로 나타났다.

표준시료와 비교하여 난백분말 첨가 시료는 커드(curd)가 다소 단단하여 뚜렷한 형태를 나타내며, 매끄럽고 윤기가 있으며, 호상요구르트 특유의 상큼한 酸味가 적절하게 존재하며, 유청의 분리가 표준시료보다 적으며, 표준시료에서 발생하는 젖산균에 의한 카제인의 분해도가 난백분말 첨가 시료에서는 거의 발생하지 않았다. 난백분말 2% 첨가 시료는 1%, 2% 시료에 비하여 호상요구르트 특유의 酸味가 균형을 이루어 가장 적합한 수준이었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 본 연구에서 개발된

Table 6. Content of volatile aroma compounds produced by fermentation in curd yogurt¹⁾ (unit : ppm)

	Ethanol	Diacetyl	Acetoin
Milk	8.07	2.27	50.18
SMP	13.18	2.82	78.89
EWP 1%	12.61	2.62	63.37
EWP 2%	12.79	2.73	78.61
EWP 3%	13.05	2.90	80.09

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

Mean values of ten or more replications

우유에 난백분말을 첨가하여 만든 호상의 요구르트는 관능성이 우수하므로 식품산업체에서 신제품으로 개발될 수 있는 가능성이 높다고 생각되며, “난백분말 첨가 호상요구르트”는 앞으로도 연구를 계속할 가치가 있는 실험 주제라고 판단된다.

요구르트의 휘발성 향기 성분 분석

Table 5는 *L. acidophilus*로 접종한 직후와 24시간 발효시킨 후의 호상요구르트의 휘발 성분을 분석한 결과이다. Diacetyl과 acetoin은 접종 직후에는 존재하지 않았으나 24시간 발효에 의해 생성되었으며, acetone과 butanol은 24시간 발효 후에 그 양이 감소하였고, ethanol의 양은 0시간보다 24시간 후에 증가하였다.

Acetone은 우유와 MRS broth에서 유래된 것으로¹⁷⁾, 대조군의 경우 0시간에 2.81 ppm이던 것이 24시간 발효 후 2.11 ppm으로 감소하여 발효중 휘발된 것으로 생각된다. 0시간에는 대조군과 다른 시료 사이에 함량이 큰 차이가 없었고, 24시간 발효 후에도 시료 사이에 함량이 큰 차이가 없었다. Ethanol은 일부는 우유에서 유래되었으나¹⁷⁾, 대부분이 발효에 의하여 생성된 것이다. 0시간의 ethanol 함량은 대조군보다 첨가 시료가 다소 높

았다. Butanol은 MRS broth에서 유래된 것으로⁽¹⁷⁾, 24시간 발효 과정에서 일부 휘발되어 발효 전보다 발효 후에 함량이 다소 감소하였으며 대조군과 첨가 시료 사이에 함량의 차이는 크지 않았다.

Table 6은 24시간 발효에 의해서 생성된 세가지 휘발 성분(ethanol, diacetyl, acetoin)의 함량을 24시간 수치에서 0시간 수치를 보정한 후에 표시한 것이다. Diacetyl은 대조군보다 첨가 시료가 다소 높았고, ethanol과 acetoin은 대조군보다 첨가 시료가 현저하게 높았다. 한편 난백분말 첨가 시료 사이에서는 3% 첨가 시료의 세가지 휘발 성분 함량이 1%나 2% 시료보다 높았는데, 이와 같은 결과는 Table 1에서 *L. acidophilus*의 경우 난백분말 첨가량의 증가에 따라 산도가 증가하는 결과와 그 경향이 일치하는 것이었다.

본 실험에서 사용된 *L. acidophilus*(KCTC 2182)는 발효과정에 ethanol, diacetyl, acetoin을 생성하였으며(Table 6 참조), 이 가운데서 diacetyl은 낮은 농도로 존재하지만 요구르트의 주요한 휘발성 향기 성분으로 알려져 있고, acetoin은 양적으로는 diacetyl보다 현저하게 높으나 요구르트의 향기에 diacetyl만큼 기여하지는 않으며, ethanol도 요구르트의 향기에 그다지 중요하지는 않은 것으로 알려져 있다⁽¹⁸⁾. 본 실험에서 탐지된 휘발 성분 가운데 우유에서 유래된 acetone은 요구르트의 전체적인 향기에 다소 기여하지만, MRS 액체 배지에서 유래된 butanol은 요구르트의 향기에 도움이 되지 않는 것으로 알려져 있다⁽¹⁸⁾. Acetaldehyde, 휘발성 지방산, 2-butanone도 요구르트의 향기에 기여한다고 알려져 있으나⁽¹⁸⁾, 본 실험에서는 확인되지 않았다.

문헌⁽¹⁸⁻²⁰⁾에 보고된 요구르트의 휘발성 향기 성분의 패턴과 *L. acidophilus*(KCTC 2182)를 사용하여 얻어진 본 연구의 결과는 대체로 유사한 경향을 보였으며, 다소 차이가 있는 이유는 젖산균 중에서도 종(species) 또는菌株(strain)에 따라 생장대사산물에 차이가 있으며⁽²¹⁾, 휘발 성분의 채취 및 분석 방법에도 차이가 있기 때문이라고 생각된다.

요 약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 난백분말을 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus* 3종)으로 발효하여 호상의 요구르트를 만든 후, 난백분말의 첨가가 젖산균의 생육과 산생성 및 요구르트의 품질(점도, 관능성, 휘발성 향기 성분)에 미치는 영향을 조사하였다. 난백분말의 첨가로 젖산균의 산생성이 대조군(우유로만 만든 요구르트)보다 현저하게 촉진되었으며, 산생성 촉진 효과는 난백분말 첨가량에 비례하여 증가하였다. 난백분말이 첨가된 호상요구르트의 점도는 대조군보다 대체로 높았으며, *L. acidophilus*로 발효시켜 만든 호상요구르트는 thixotropic flow의 특성을 나타냈다. 관능검사의 결과를 보면 표준 시료보다 난백분말 첨가 시료가 우수하였고, 난백분말

첨가 시료 중에서는 2% 첨가 시료가 가장 우수하였다. GC에 의한 휘발 성분 분석에서는 호상요구르트로부터 acetone, ethanol, diacetyl, butanol 및 acetoin의 5가지 성분이 확인되었다.

문 헌

1. 한국유가공협회 편집부: 유업통계. 우유, 통권 제59호, 60 (1994)
2. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yogurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.17 (1985)
3. Lin, J. and Cunningham, F.E.: Preparation of a Yogurt-like product containing egg white. *J. Food Sci.*, **49**, 1444 (1984)
4. 김창한, 하정옥, 김시관: 유산균에 의한 난의 발효에 관한 연구, 제 1보: 발효란 중의 유산균수, 적정산도 및 pH 변화. *한국식품과학회지*, **15**, 118 (1983)
5. 김창한, 하정옥, 김시관: 유산균에 의한 난의 발효에 관한 연구, 제 2보: 발효란 중의 단백질 변화. *한국식품과학회지*, **15**, 123 (1983)
6. 강양진, 조현희: 발효식품 제조법. 특허공보 제 303호 (1977)
7. 고영태: 두유에 첨가된 유제품이 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **22**, 183 (1990)
8. Larmond, E.: *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture, Ottawa, p.31 (1977)
9. 김경희, 고영태: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 휘발성 향기 성분. *한국식품과학회지*, **25**, 136 (1993)
10. 박승국: 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가?. *식품과학과산업*, **24**(4), 88 (1991)
11. 영인과학: GC Workshop 교재집. 영인과학, 서울 (1991)
12. University of Georgia: PC-STAT. University of Georgia, USA (1985)
13. Walstra, P. and Jenness, R.: *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley and Sons, New York, p.194 (1984)
14. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E.: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 8th ed., The Williams and Willkins Co., Baltimore, p.576 (1974)
15. Zabik, M.E.: Eggs and egg products. In *Food Theory and Applications*, 2nd ed., Bowers, J.(ed), Macmillan Publishing Co., New York, p.359 (1992)
16. 안효일, 김형기, 이성갑, 양철영, 양종범, 윤원호: 축산 식품가공학. 세진사, 서울, p.319 (1990)
17. 김경희: 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 덕성여자대학교 박사학위논문 (1993)
18. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.90 (1978)
19. 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)
20. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yoghurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.300 (1985)
21. Rasic, J.L. and Kurmann, J.A.: *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, p.92 (1978)