

우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구

홍외숙 · 고영태

덕성여자대학교 식품영양학과

Study on Preparation of Yogurt from Milk and Rice

Oi-Sook Hong and Young-Tae Ko

Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

The curd yogurt was prepared from milk or milk added with skim milk powder or four types of rice powder. Acid production by lactic acid bacteria in milk containing additive of 2% (w/v) was investigated and quality of curd yogurt (sensory property and keeping quality) was examined. Some organic acids in curd yogurt were analyzed by HPLC. Four types of rice powder, particularly brown rice, stimulated acid production by lactic acid bacteria more than control (milk yogurt). Among four organisms tested, *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus bulgaricus* produced more acid than *L. casei* and *L. delbrueckii*. HPLC analysis of organic acids in curd yogurt showed that the amount of lactic acid markedly increased during the fermentation by *L. bulgaricus* for 24 hours while the amount of citric acid markedly decreased. Addition of rice powders to milk slightly reduced sensory property of curd yogurt. Among four types of rice powder tested, tongil rice added sample showed better sensory acceptability than other samples. When curd yogurt was kept at 5°C for two weeks, acidity and number of viable cells of curd yogurt were not changed.

Key words: yogurt, rice, lactic acid bacteria

서 론

우리나라에서는 1970년대 초에 액상의 요구르트가 시판되기 시작하였고 최근에는 대부분의 유업회사에서 생산되고 있으며 1989년 발효유 생산량은 284,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였다⁽¹⁾. 수년 전부터는 종래의 액상요구르트보다 고형분 함량과 젖산균 수가 많은 커드(curd)상의 요구르트(호상요구르트, 떠먹는 요구르트, 또는 농후발효유라고도 함)가 시판되기 시작하였는데 최근 그 소비가 크게 증가하여 1989년 판매액 330억원이 1990년에는 755억원으로 증가하였고 1991년에는 1000억원을 넘어설 것으로 예상된다. 우리나라 식품 성분규격에 따르면, 커드상의 요구르트(농후발효유)의 무지유고형분(milk solids-not-fat) 함량은 8% 이상으로 액상요구르트(발효유)의 3% 이상과 비교하였을 때 매우 높다. 커드상 요구르트의 유고형분 함량을 높이기 위하여 일반적으로 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되고 있다⁽²⁾. 우리나라 유업회사에서는 우유에 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하여 유고형분 함량을 높이고

있다.

우리나라에서 쌀은 예로부터 주식으로 이용되어 왔으나 과거에는 항상 쌀의 생산량이 부족하여 곤란을 겪어왔다. 그런데 1970년대 중반에 보급된 통일벼로 인하여 쌀의 증산이 가능하게 되어 1985년을 기점으로 쌀의 자급도는 100%를 넘어서게 되었고, 1981년 이래 계속된 연속 풍작으로 최근에는 정부미 재고가 적정량을 훨씬 초과하고 있는 실정이다⁽³⁾. 뿐만 아니라 최근에는 식생활 패턴이 다양하게 됨에 따라 국민 1인당 쌀의 소비량이 점차로 감소하는 경향을 보이고 있다. 따라서 쌀의 부족이 문제였던 과거와는 달리 이제는 일년에 1000만석이 넘는 쌀의 재고량을 줄이기 위한 노력이 절실히 필요하게 되었다.

본 연구의 목적은 우유에 탈지분유를 첨가하는 대신에 분말상태의 쌀을 첨가하여 커드상의 요구르트를 만들어 대조군(우유로만 만든 요구르트)과 비교하여 쌀의 첨가가 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향을 상세히 관찰하고자 하는 것이다.

본 연구의 내용과 관련된 문헌, 즉 쌀의 젖산균 발효와 관련된 연구를 살펴보면 다음과 같다. 신⁽⁴⁾은 쌀을 이용한 젖산발효유료 개발에 관한 연구에서 멍쌀을 12시간 침지 후 흡수량이 쌀과 물이 1:1(w/w)되게 하고 121°C에서 20분 살균한 후 α-amylase를 작용시켜 액화시켰다. 이 액에 *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bu-*

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

Table 1. Conditions of HPLC analysis

Instrument	Waters HPLC (M501 pump, U6K Injector, M484 UV/VIS Detector, M745 Integrator)
Column	μ Bondapak-C ₁₈ , 3.9 mm \times 30 cm
Mobile phase	0.05 M-KH ₂ PO ₄ , pH 2.2 with H ₃ PO ₄
Flow rate	0.7 ml/min
Detection wavelength	214 nm
Attenuation	64
Chart speed	0.5 cm/min
Peak mark	300

lgaricus, *L. plantarum*을 단독으로 혹은 혼합하여 접종한 후 일정시간 발효하여 젓산발효 제품을 얻었다. 24시간 이후 젓산균의 산생성은 세균주를 동시 접종한 경우가 가장 높았으며, *L. plantarum*이 그 다음이었다. 관능검사의 결과를 보면 pH 3.7 부근의 시료 또는 세균주를 혼합 배양하여 제조한 시료의 관능성이 가장 우수하였다. 한편 커드상의 요구르트보다는 액상(쌀 1 : 물 3) 제품의 관능성이 우수하였다.

한국식품개발연구원의 연구진에 의하여 수행된 쌀요구르트에 관한 연구를 보면, 목 등⁽⁵⁾은 호화시킨 쌀을 액·당화시킨 후 *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. plantarum*을 단독 또는 *S. thermophilus*와 혼합배양하여 만든 쌀젓산 발효제품의 특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*를 50 : 50으로 혼합배양하여 만든 제품의 기호도가 가장 높았으며 배양시 α -amylase와 amyloglucosidase를 각각 0.02% 수준으로 2차 처리한 경우 기호도가 뚜렷이 향상되었다. 한편 분리 대두단백에 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*를 혼합배양하여 만든 대두젓산 발효제품을 쌀젓산 발효제품과 혼합하였을 때 단독의 경우보다 기호도가 높아 두 제품 사이의 상승효과가 인정되었다.

비피도박테리아균은 모유 섭취 유아의 장내세균 가운데 하나로서 유아의 장내질환 예방에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 그런데 이 균은 일반 젓산균과는 달리 영양조건이 복잡하여 순수한 우유배지에서는 잘 증식하지 않으며, 주요한 대사물질인 초산이 자극성이 강하기 때문에 일반인의 기호에 적합하지 않다.

비피도박테리아균을 함유하는 음식물의 제조방법에 관한 특허⁽⁶⁾를 보면, 멧쌀 및 찰쌀의 현미, 배아미, 정백미 또는 이들의 가루를 α 화하여 호상 내지 유상으로 한 것을 주성분으로 하고, 여기에 비피도박테리아균의 종류에 따라 다소 차이는 있으나, 포도당, 유당, 과당, 갈락토오스 등의 비피도박테리아균 자화당을 함유하는 배지 중에서는 일반 젓산균과 동일한 배양조건 하에서도 왕성하게 증식하며, 또 얻어진 배양물은 비피도박테리아균의 발효산물인 초산이 쌀맛과 조화를 이루어 관능성이 우수하다고 보고된 바 있다.

이상 지금까지 발표된 문헌의 내용을 검토하여 보면

본 연구와는 실험방법이 다르다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 발표된 연구를 참고로 하되 실험방법을 달리하여 다음과 같은 연구를 실시하였다. 즉 우유에 탈지분유를 첨가하는 대신에 4종류의 쌀(멧쌀, 찰쌀, 현미, 통일벼)을 각각 첨가하여 커드상의 요구르트를 만들어 대조군(우유로만 만든 요구르트)과 비교하여 쌀의 첨가가 젓산균의 산생성 및 요구르트의 품질(관능성, 저장성)에 미치는 영향을 관찰하였다.

재료 및 방법

사용균주

Lactobacillus bulgaricus(AKU 1125), *L. casei*(IFO 3425), *L. delbrueckii*(IFO 3202), *Leuconostoc mesenteroides*(ATCC 9135)의 4종의 균주를 선택하여 사용하였으며 젓산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab.)를 사용하였다.

요구르트의 제조

서울우유의 시유(전지우유)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였다. 우유를 그대로 기질로 사용하거나, 고형분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유)나 멧쌀(1989년산 일반미계, 평택미)의 백미, 찰쌀(1989년산 일반미계)의 백미, 현미(1989년산 일반미계), 통일벼(1988년산)의 백미를 각각 2% (w/v) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 쌀은 분쇄기(대우전자 KMF-300)로 분쇄한 후 표준망체(42 mesh, 체눈의 크기 0.35 mm)를 통과한 분말을 실험에 사용하였다. 예비실험을 통하여 탈지분유나 쌀의 첨가농도는 2%가 적합한 것을 알았다. 준비된 기질은 95°C로 고정된 수조에서 30분간 가열처리하여 살균한 후 42°C 전후로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젓산균 배양액을 3%(v/v)의 비율로 접종하여 42°C의 항온기에서 일정시간 발효하였다.

젓산균의 생육과 산생성량의 측정

요구르트에서 젓산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 발효가 완료된 요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 생균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 측정방법은 전보⁽⁷⁾에 준하였다.

HPLC에 의한 유기산 분석

HPLC를 이용하여 커드상의 요구르트에 함유된 몇 가지 유기산을 분석하였다. 발효가 완료된 시료를 5°C 냉장고에서 방냉한 후, 원심분리기(한일산업사, Model HA-100)로 2,000 rpm에서 30분 원심분리하여 상정액을 취하였다. 이것을 aspirator를 이용하여 Whatman No.2 및 No.5 여과지로 여과하고 5배로 희석한 후, 0.45 μ m의 membrane filter가 들어있는 시료여과장치(Waters)로 처리한 것을 HPLC 시료로 사용하였다. 시료주입량은 10

μ였다. 표준시료는 formic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid, propionic acid(이상 모두 특급시약)가 0.1% 들어있는 혼합액을 사용하였고, 표준시료의 retention time과 비교하여 시료의 peak를 확인한 후, integrator에 의해 계산된 peak의 면적으로부터 각 유기산의 함량(%)를 산출하였다. HPLC의 분석조건은 Table 1과 같다.

요구르트의 관능검사

우유에 2%의 탈지분유 또는 쌀을 첨가하여 만든 기질을 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켜 만든 커드상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 발효가 완료된 요구르트를 충분히 교반한 후 5°C 냉장고에서 수시간 방냉하고 요구르트의 20%(w/w)에 해당하는 딸기잼(제일제당)을 가한 뒤 검사원에게 제공하였다. 관능검사의 방법은 다중비교시험에 준하였으며⁽⁸⁾, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 5일간 5회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 우유에 2%의 탈지분유를 첨가하여 만든 커드상의 요구르트를 사용하였다.

요구르트의 저장성 조사

우유 또는 우유에 2%의 탈지분유나 쌀을 첨가하여 만든 기질을 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켜 얻은 커드상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 모든 시료는 살균된 100 ml 삼각플라스크에 50 ml씩 준비하였으며, 5°C 냉장고에서 2주일간 보존하면서 2일 간격으로 샘플링, 적정산도, pH를 측정하였고 향미도 관찰하였다.

통계처리

실험결과의 통계처리는 분산분석(ANOVA)과 최소유역차 검정⁽⁹⁾에 준하였다.

결과 및 고찰

쌀의 첨가가 젖산균의 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 탈지분유 또는 각종 쌀 분말이 2% 첨가된 우유에 4종의 젖산균을 각각 접종하여 24시간 발효한 후 대조군(우유요구르트)과 산생성도를 비교 관찰하였다. Table 2에서 적정산도는 24시간 발효 후에 측정된 산도에서 접종 직후의 산도를 뺀 수치이다. *L. bulgaricus*의 경우 산생성이 가장 높았던 것은 현미를 첨가한 경우로 산도가 1.145%였다. 그 다음으로 산도가 높았던 것은 탈지분유였으며, 참쌀, 멥쌀, 통일벼 사이에는 산생성에 큰 차이가 없었다. 한편 대조군은 0.968%로 산생성이 가장 저조하였다. 대조군과 다른 실험군 사이에는 5% 수준에서 유의차가 있었다. *L. casei*, *L. delbrueckii* 및 *Leuc. mesenteroides*의 경우도 *L. bulgaricus*와 대체적으로 유사한 경향을 보였다.

pH는 대조군이 쌀 첨가군보다 높은 경향을 나타냈는데 이와 같은 결과는 대조군보다 쌀 첨가군의 적정산도가 높은 것과 대체로 일치하는 경향이였다. 한편 탈지분유 첨가군은 산생성이 대조군보다 높음에도 불구하고 pH가 높았는데 그 이유는 탈지분유에 함유된 인산염, 유단백질 등의 pH 완충작용에 기인하는 것으로 생각된다.

이상의 결과로 우유에 탈지분유나 쌀을 첨가하는 것이 젖산균의 산생성을 촉진시키며, 이와 같은 촉진효과는 탈지분유나 현미의 경우가 특히 높은 것을 알았다. 탈지분유의 첨가로 젖산균이 이용할 수 있는 무기유고형분 함량이 증가하여 산생성이 촉진된 것으로 생각되며 대조군보다 쌀 첨가군의 산생성이 높은 이유는 우유에 들어있지 않은 젖산균 발육촉진물질이 쌀속에 포함되어 있기 때문으로 생각된다. 현미 첨가군이 다른 쌀 첨가

Table 2. Effect of additives and cultures on acid production in milk

Culture ^a		Additive ^b					
		Control	SMP	NGR	GR	BR	TR
Titratable acidity(%) ^c	LB	0.968 ^d ±0.012	1.125 ^b ±0.011	1.022 ^c ±0.012	1.030 ^c ±0.018	1.145 ^a ±0.007	1.021 ^c ±0.008
	LC	0.715 ^d ±0.016	0.833 ^b ±0.012	0.826 ^b ±0.011	0.839 ^b ±0.013	0.902 ^a ±0.024	0.814 ^c ±0.005
	LD	0.826 ^d ±0.005	0.994 ^a ±0.019	0.907 ^b ±0.010	0.918 ^b ±0.008	0.994 ^a ±0.019	0.868 ^c ±0.016
	LEU	1.004 ^c ±0.011	1.157 ^a ±0.016	1.076 ^b ±0.007	1.082 ^b ±0.009	1.195 ^a ±0.015	1.058 ^b ±0.011
pH ^d	LB	4.00	4.04	3.95	3.94	3.89	3.97
	LC	4.32	4.38	4.15	4.16	4.10	4.16
	LD	4.14	4.20	4.09	4.09	4.03	4.11
	LEU	3.91	3.97	3.89	3.90	3.84	3.91

^aLB: *L. bulgaricus*, LC: *L. casei*, LD: *L. delbrueckii*, LEU: *Leuconostoc mesenteroides*

^bSMP: skim milk powder, NGR: non-glutinous rice, GR: glutinous rice, BR: brown rice, TR: tongil rice

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

^dMedian values of six replications

Table 3. Composition of some organic acids in curd yogurt^a

Sample ^b	Incubation time (hr)	Organic acid(%) ^c		Titratable acidity (%) ^d
		Lactic acid	Citric acid	
Milk	0	0.090±0.001	0.206±0.001	0.194
	24	1.222±0.102	0.026±0.002	1.163±0.012
BR	0	0.070±0.002	0.174±0.006	0.209
	24	1.304±0.009	0.021±0.001	1.354±0.007

^aCurd yogurt was prepared with *L. bulgaricus*.

^bMilk: curd yogurt prepared from milk, BR: curd yogurt prepared from milk and brown rice

^cMean values and standard deviations of two or more replications

^dMean values and standard deviations of six replications

Table 4. Effect of additives on flavor of curd yogurt^a

	Additive ^b				
	Reference	TR	NGR	GR	BR
Overall acceptability	5.00 ^a	4.89 ^{ab} ±0.69	4.64 ^b ±0.56	4.61 ^{bc} ±0.74	4.29 ^c ±0.46
Taste	5.00 ^a	4.79 ^a ±0.74	4.71 ^{ab} ±0.53	4.43 ^b ±0.50	4.25 ^c ±0.44
Texture	5.00 ^a	4.82 ^a ±0.48	4.86 ^a ±0.36	4.68 ^a ±0.55	4.86 ^a ±0.45

^aSample was prepared from curd yogurt fermented with *L. bulgaricus* 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.

^bSee footnote in Table 2. Reference: SMP

군보다 산생성이 높았는데 그 이유는 찹쌀, 멥쌀, 통일 벼는 미강이 제거된 백미를 사용하였으므로 비타민 B군 등의 젖산균 발육촉진물질의 함량이 현미보다 낮았기 때문이라고 생각된다.

쌀의 젖산균발효에 관한 연구로는 신⁴⁴⁾, 목 등⁴⁵⁾ 시로다⁴⁶⁾의 보고가 있는데, 신⁴⁴⁾, 목 등⁴⁵⁾의 연구에서는 액화 또는 당화시킨 쌀을 젖산균 생육기질로 사용하였고, 시로다⁴⁶⁾의 특허에서는 호화시킨 쌀에 당을 첨가하여 젖산균 생육기질로 사용하였으므로 우유에 쌀분말을 첨가하여 젖산균 생육기질로 사용한 본 연구의 결과와는 비교하기 어렵다고 생각된다.

접종된 4종의 젖산균 중에서 산생성도가 우수한 것은 *Leuc. mesenteroides*와 *L. bulgaricus*였으며, *L. casei*와 *L. delbrueckii*의 산생성도는 약간 저조하였다. 따라서 이후의 실험은 산생성도가 높은 두 젖산균 중 발효산물로서 젖산을 주로 생산하는 정상발효젖산균인 *L. bulgaricus*를 선택하여 실시하였다.

HPLC에 의한 몇 가지 유기산 분석

2종의 커드상의 요구르트(우유 또는 현미 2% 첨가 우유를 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켜 만든 시료)에 함유된 몇 가지 유기산을 HPLC로 측정하여 Table 3의 결과를 얻었다. 우유요구르트의 경우 24시간 발효 후 lactic acid의 양이 13.6배로 증가하였고, 현미 첨가 요구르트의 경우는 lactic acid가 18.6배로 증가하였다. 한편 cit-

ric acid는 24시간 발효 후 우유요구르트의 경우 12.6%로, 현미 첨가 요구르트의 경우 12.1%로 감소하였는데, 발효 도중에 젖산균에 의해 이용되어 그 양이 상당량 감소하였기 때문으로 생각된다. citric acid는 주로 우유에서 유래된 것으로 생각되며 문헌¹⁰⁾에 보고된 함량(우유 100 g당 0.15~0.21g)과 비교하여 대체적으로 근사한 수치를 나타냈다.

우유요구르트와 현미 첨가 요구르트 어느 경우나 24시간 발효 후 lactic acid 함량이 13.6~18.6배 증가하여 lactic acid가 본 실험에서 제조된 커드상 요구르트의 주요한 유기산임을 알 수 있었다. 이것은 본 실험에서 사용된 *L. bulgaricus*가 발효산물로서 lactic acid를 주로 생산하는 정상발효젖산균이라는 사실과 관계가 있다고 생각된다. HPLC에 의해 분석된 결과를 적정산도로 산출된 결과(24시간 발효 후에 측정된 산도에서 접종 직후의 산도를 빼지 않은 수치)와 비교하였는데 (Table 3), HPLC 분석에서 산출된 lactic acid 수치가 적정산도에서 산출된 수치의 105.1%(우유요구르트)와 96.3%(현미 첨가 요구르트)로 나타나 두 수치가 대체로 근사한 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아, 우유 또는 현미 첨가 우유를 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켰을 때 lactic acid는 젖산균에 의해 생성되어 그 양이 현저하게 증가하고, citric acid는 젖산균에 의해 이용되어 그 양이 현저하게 감소하는 것으로 판단된다.

Table 5. Changes in quality of curd yogurt during storage at 5°C^a

	Additive ^b	Period of storage(days)								
		0	2	4	6	8	10	12	14	
Titratable acidity(%) ^c	Control	1.168 ^a	1.168 ^a	1.172 ^a	1.172 ^a	1.179 ^a	1.184 ^a	1.184 ^a	1.188 ^a	
		± 0.023	± 0.020	± 0.016	± 0.018	± 0.022	± 0.018	± 0.018	± 0.016	
	SMP	1.337 ^a	1.330 ^a	1.339 ^a	1.339 ^a	1.337 ^a	1.343 ^a	1.348 ^a	1.357 ^a	
		± 0.011	± 0.011	± 0.011	± 0.011	± 0.011	± 0.009	± 0.009	± 0.009	
	NGR	1.217 ^a	1.211 ^a	1.215 ^a	1.215 ^a	1.220 ^a	1.224 ^a	1.222 ^a	1.229 ^a	
		± 0.020	± 0.016	± 0.018	± 0.018	± 0.018	± 0.020	± 0.018	± 0.023	
	GR	1.220 ^a	1.217 ^a	1.213 ^a	1.215 ^a	1.220 ^a	1.220 ^a	1.222 ^a	1.231 ^a	
		± 0.022	± 0.016	± 0.016	± 0.013	± 0.016	± 0.016	± 0.011	± 0.011	
	BR	1.334 ^a	1.346 ^a	1.346 ^a	1.346 ^a	1.346 ^a	1.348 ^a	1.352 ^a	1.359 ^a	
		± 0.009	± 0.016	± 0.013	± 0.013	± 0.013	± 0.016	± 0.018	± 0.025	
	TR	1.202 ^a	1.202 ^a	1.202 ^a	1.199 ^a	1.202 ^a	1.208 ^a	1.208 ^a	1.215 ^a	
		± 0.022	± 0.018	± 0.022	± 0.016	± 0.016	± 0.027	± 0.023	± 0.022	
	pH ^d	Control	3.95	3.97	3.95	3.95	3.95	3.96	3.96	3.93
		SMP	4.00	4.01	3.99	4.00	4.00	4.00	3.99	3.98
NGR		3.89	3.90	3.90	3.89	3.89	3.90	3.89	3.88	
GR		3.89	3.89	3.90	3.91	3.91	3.90	3.91	3.89	
BR		3.85	3.83	3.83	3.83	3.84	3.84	3.84	3.83	
TR		3.94	3.92	3.92	3.93	3.93	3.90	3.92	3.90	
Viable cell count ^e (CFU/ml)		Control	7.0×10 ⁹	6.2×10 ⁹	7.2×10 ⁹	7.2×10 ⁹	5.8×10 ⁹	6.8×10 ⁹	6.4×10 ⁹	6.6×10 ⁹
SMP	7.4×10 ⁹	6.0×10 ⁹	6.8×10 ⁹	6.4×10 ⁹	6.2×10 ⁹	6.2×10 ⁹	6.4×10 ⁹	6.8×10 ⁹		
NGR	7.2×10 ⁹	6.6×10 ⁹	6.6×10 ⁹	6.4×10 ⁹	5.6×10 ⁹	6.4×10 ⁹	5.6×10 ⁹	6.0×10 ⁹		
GR	6.0×10 ⁹	6.6×10 ⁹	5.8×10 ⁹	6.8×10 ⁹	6.6×10 ⁹	6.2×10 ⁹	5.6×10 ⁹	6.8×10 ⁹		
BR	5.8×10 ⁹	6.8×10 ⁹	5.6×10 ⁹	7.6×10 ⁹	7.2×10 ⁹	7.0×10 ⁹	5.6×10 ⁹	6.8×10 ⁹		
TR	5.6×10 ⁹	6.2×10 ⁹	6.6×10 ⁹	6.2×10 ⁹	6.6×10 ⁹	5.8×10 ⁹	6.8×10 ⁹	6.6×10 ⁹		

^aSample was prepared from curd yogurt fermented with *L. bulgaricus* for 24 hr^bSee footnote in Table 2^cMean values and standard deviations of four replications. Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level^dMedian values of four replications^eMean values of four replications

쌀의 첨가가 요구르트의 향미에 미치는 영향

본 실험에서는 우유에 탈지분유를 첨가하여 만든 커드상의 요구르트를 표준시료로 하여 쌀을 첨가하여 만든 커드상의 요구르트의 관능성을 조사하였다. Table 4에 나타난 바와 같이 전체적인 기호도(overall acceptability)의 경우, 쌀 첨가시료가 표준시료보다 점수가 낮았으며 쌀 첨가시료 사이에서는 통일벼 첨가시료의 점수가 가장 높았고, 현미 첨가시료의 점수가 가장 낮았다. 맛(taste)의 경우도 전체적인 기호도와 매우 유사한 경향을 보였다. 한편 조직감(texture)은 쌀 첨가시료가 표준시료보다 점수가 낮았으며 쌀 첨가시료 사이에서는 큰 차이가 없었다. 표준시료에 비하여 쌀 첨가시료의 관능성이 다소 저조하였으나 통일벼 첨가시료의 경우 5% 수준에서 유의차가 없을 정도로 우수한 관능성을 보였다. 한편 현미 첨가시료의 경우 산생성은 쌀 첨가시료 가운데 가장 높았으나(Table 2) 관능성은 가장 저조하였는데 그 이유는 백미에 비하여 현미의 식미감이 떨어지기 때문이라고 생각된다. 전체적인 기호도가 조직감보다 맛과 유사한 경향을 보인 이유는 전체적인 기호도가 조직감보다

맛에 의하여 더 큰 영향을 받기 때문이라고 판단된다.

본 실험에서 얻어진 결과로 보아 표준시료(탈지분유 첨가시료)에 비하여 쌀 첨가시료의 관능성이 다소 저조하지만 앞으로의 연구에 의하여 쌀 첨가시료의 관능성을 표준시료에 거의 상응하는 수준으로 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

요구르트의 저장성

탈지분유 또는 쌀이 첨가된 커드상 요구르트의 저장성을 조사한 결과, Table 5에 나타난 바와 같이 모든 시료에서 2주일의 저장기간 중 저장기간 후기에 산도가 약간 증가하는 경향이 있었으나, 실험 첫날의 시료와 14일째 시료 사이에 유의차는 없었다($p < 0.05$). 한편 pH와 생균수는 모든 시료에서 2주일의 저장기간 중에 거의 변화가 없었다. 이외에도 2주간 저장 중 커드상 요구르트의 외관과 냄새를 관찰하였는데 어떤 변화도 관찰할 수 없었다. 이상의 결과로 보아 5°C에서 2주일간에 걸쳐 보존된 커드상 요구르트의 저장성은 매우 우수하다고 할 수 있다.

김과 고⁽¹¹⁾는 우유에 4종의 대두단백질(대두분, 탈지대두분, 농축대두단백, 분리대두단백)을 각각 첨가하여 만든 커드상 요구르트를 5°C에서 2주일간 보존하면서 저장성을 조사한 결과, 산도, pH, 생균수에 큰 차이가 없어 저장성이 우수하다고 보고한 바 있다. 대두 첨가 요구르트의 결과를 쌀 첨가 요구르트의 결과와 그대로 비교하기는 어려우나 두 실험의 경향이 대체로 일치하는 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 쌀을 각각 2%(w/v) 첨가하여 커드상의 요구르트를 만들고, 대조군(우유로만 만든 요구르트)과 비교하여 쌀의 첨가가 젖산균의 산생성 및 커드상 요구르트의 품질(관능성, 저장성)에 미치는 영향을 조사하였으며, HPLC를 이용하여 몇 가지 유기산을 분석하였다. 쌀의 첨가로 젖산균의 산생성이 대조군보다 촉진되었는데 현미의 촉진효과가 가장 현저하였다. 접종된 4종의 젖산균(*Lactobacillus* 3종, *Leuconostoc* 1종) 중에서는 *Leuc. mesenteroides*와 *L. bulgaricus*의 산생성도가 높았다. HPLC에 의한 유기산 분석의 결과를 보면 우유나 2% 현미를 첨가한 우유에 *L. bulgaricus*를 접종하여 24시간 발효하는 동안 lactic acid는 젖산균에 의해 생성되어 그 양이 현저하게 증가하였으나, 우유 중에 들어있는 citric acid는 젖산균에 의해 이용되어 그 양이 현저히 감소하였다. 커드상 요구르트의 관능성은 쌀의 첨가로 표준시료보다 다소 저하되었으며, 쌀 첨가시료 중에서는 통일벼 첨가시료가 다른 시료보다 우수하였다. 커드상의 요구르트를 2주일간 5°C 냉장고에 저장하는 동안 산생성과 pH, 생균수에 거의 변화가 없어 저장성은 매우 우수한 것으로 나타났다.

감사의 말

본 연구는 1991년도 한국과학재단 연구비 지원(과제번호 911-1508-072-1)에 의하여 이루어진 연구의 일부로 한국과학재단에 깊은 사의를 드리는 바입니다.

문 헌

1. 한국식품공업협회 조사부: 우유 및 가공품 생산실적, 식품공업, 통권 제 105호, 79(1990)
2. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yoghurt: Science and Technology*. Pergamon Press, p.17(1985)
3. 민병용: 쌀가공식품의 개발 방향. 식품과학과 산업, 23(1), 27(1990)
4. 신동화: 쌀을 이용한 젖산발효음료 개발. 한국식품과학회지, 21, 686(1989)
5. 복철균, 한진숙, 김영진, 김남수, 권대영, 남영중: 2차 효소처리에 의한 쌀젖산발효제품의 품질향상과 쌀-대두젖산발효혼합물(Risogurt)의 특성. 한국식품과학회 제 45차 학술발표회 발표논문 초록, 25(1990)
6. 시로다 미노루: 비피드박테리아균을 함유하는 음식물의 제조방법. 특허공보 제 793호(1983)
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. 조재영, 장권렬: 실험통계분석법. 향문사. p.84, p.97(1989)
10. Walstra, P. and Jenness, R.: *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley & Sons, Inc., p.416(1984)
11. 김혜정, 고영태: 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 700(1990)

(1991년 7월 22일 접수)