

쌀의 저장기간이 쌀 첨가 요구르트의 품질에 미치는 영향

백지혜 · 고영태
덕성여자대학교 식품영양학과

Effect of Storage Period of Rice on Quality of Rice Added Yogurt

Ji-Hye Paik and Young-Tae Ko

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

Abstract

The curd yogurt was prepared from milk added with skim milk powder or three Tongil rices of different storage period. The effect of storage period of rice on acid production by lactic acid bacteria in milk containing rice of 2%(w/v) was investigated. The effect of storage period of rice on quality of curd yogurt(sensory property, viscosity and keeping quality) was also examined. Addition of rice stimulated acid production by lactic acid bacteria more than control(milk yogurt). Storage period of rice did not significantly affect acid production by lactic acid bacteria though stimulating effect of rice on acid production was slightly different among species. Sensory property of curd yogurt added with rice was not significantly affected by storage period of rice. Apparent viscosity of curd yogurt added with rice increased in proportion to storage period of rice. Curd yogurt showed characteristics of thixotropic flow. When curd yogurt added with rice was kept at 5°C for 15 days, its keeping quality was relatively good and was not markedly affected by storage period of rice.

Key words: yogurt, rice, lactic acid bacteria

서 론

우리나라의 1991년 발효유 생산량은 402,000톤으로 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 생산 실적을 보였다⁽¹⁾. 수년 전부터는 종래의 액상요구르트보다 고형분 함량과 젖산균 수가 많은 커드(curd)상의 요구르트(糊狀요구르트, 떠먹는 요구르트 또는 농후발효유라고도 함)가 시판되기 시작하였는데 최근 그 소비가 크게 증가하여 1989년 판매액 330억원이 1990년에는 755억원으로 증가하였고 1991년에는 1000억원을 넘어선 것으로 추정된다. 우리나라의 식품 성분규격에 따르면, 커드상의 요구르트(농후발효유)의 無脂乳固形分(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 요구르트의 유고형분 함량을 높이고 있다.

우리나라에서 쌀은 예로부터 주식으로 이용되어 왔으

나 과거에는 항상 쌀의 생산량이 부족하여 곤란을 겪어왔다. 그런데 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 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 생산년도가 다른 쌀을 첨가하여, 저장기간이 다른 쌀에 의하여 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 차이가 있는가를 관찰하고자 하는 것이다.

본 연구의 내용과 관련된 문헌, 즉 쌀의 젖산균 발효와 관련된 연구를 살펴보면 다음과 같다. 신⁽⁴⁾은 쌀을 이용한 젖산발효음료 개발에 관한 연구에서 멍쌀을 12시간 침지 후 흡수량이 쌀과 물이 1:1(w/w)이 되게 하고 121°C에서 20분 살균한 후 α -amylase를 작용시켜 액화시켰다. 이 액에 *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. plantarum*을 단독으로 혹은 혼합하여 접종한 후 일정시간 발효하여 젖산발효 제품을 얻었다. 24시간 이후 젖산균의 산생성은 세 균주를 동시 접종한 경우가 가장 높았으며, *L. plantarum*이 그 다음이었다.

한국식품개발연구원의 연구진에 의하여 쌀요구르트에

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

관한 일련의 연구가 수행되었다⁽⁵⁻⁷⁾. 목 등⁽⁵⁾은 호화시킨 쌀을 액·당화시킨 후 *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. plantarum*을 단독 또는 *S. thermophilus*와 혼합 배양하여 만든 호상 쌀젖산발효물의 특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*를 1:1로 혼합 배양하여 만든 제품의 기호도가 가장 높았으며, 발효시 α -amylase와 glucoamylase를 각각 0.02% 수준으로 처리하여 2차 당화와 동시에 발효를 진행함으로써 쌀젖산발효물의 품질이 크게 향상되었다. 이들 효소처리에 의하여 쌀젖산발효물의 신맛과 단맛이 증가하였고 불용성고형물 입자의 크기가 감소하였다. 대두단백젖산발효물과 쌀젖산발효물의 특성을 비교한 연구⁽⁶⁾의 결과를 보면, 쌀젖산발효물은 색상과 향미가 우수하였고, 대두단백젖산발효물은 영양과 물성이 우수하였다. 두 제품의 혼합물(Risogurt)은 대두젖산발효물보다 향미, 색상, 종합적 기호도가 우수하였고, 쌀젖산발효물보다 영양 및 유변학적 특성이 우수하였다. Risogurt의 적정혼합비율은 쌀젖산발효물:대두단백젖산발효물 75:25이었다. 목 등⁽⁷⁾은 분리대두단백을 당화시킨 쌀 여과액에 분산시킨 후, 이 분산액을 가열처리하고 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus* 혼합균주로 발효하여 만든 쌀·대두젖산발효물(Risogurt)의 최적 제조조건을 조사하였는데, 그 결과를 보면 분리대두단백의 농도는 5%(w/v), 가열조건은 95°C, 10분이 적합하였으며, 안정제로 첨가된 펙틴은 제품의 품질에 큰 영향을 미치지 않았다.

비피도박테리아균을 함유하는 음식물의 제조방법에 관한 특허⁽⁸⁾를 보면, 멥쌀 및 찰쌀의 현미, 배아미, 정백미 또는 이들의 가루를 α 화 하여 호상 내지 유상으로한 것을 주성분으로 하고, 여기에 비피도박테리아균의 종류에 따라 다소 차이는 있으나, 포도당, 유당, 과당, 갈락토오스 등의 비피도박테리아균 資化糖을 첨가했을 때, 이 배지 중에서 비피도박테리아균은 일반 젖산균과 동일한 배양 조건하에서도 왕성하게 증식하며, 또 얻어진 발효물은 비피도박테리아균의 발효산물인 초산이 쌀맛과 조화를 이루어 관능성이 우수하다고 보고된 바 있다.

홍과 고⁽⁹⁾는 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 품질에 미치는 영향을 조사하였으며, HPLC를 이용하여 몇 가지 유기산을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 쌀의 첨가로 젖산균의 산생성이 대조군보다 촉진되었는데 현미의 촉진효과가 가장 현저하였다. 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 첨가 시료 중에서는 통일벼 첨가시료가 다른 시료보다 우수

하였다.

본 연구는 전보⁽⁹⁾에 계속된 연구로서 우유에 탈지분유 또는 저장기간이 다른 3종의 통일벼(86년산, 88년산, 89년산)를 각각 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus* 4종, *Leuconostoc* 1종)으로 발효하여 커드상의 요구르트를 만든 후, 저장기간이 다른 쌀의 첨가가 젖산균의 산생성과 커드상 요구르트의 품질(관능성, 점도, 저장성)에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

사용균주

Lactobacillus acidophilus(KCTC 2182), *L. bulgaricus*(AKU 1125), *L. casei*(IFO 3425), *L. delbrueckii*(IFO 3202), *Leuconostoc mesenteroides*(ATCC 9135)의 5종의 균주를 선택하여 사용하였으며 젖산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab.)를 사용하였다.

요구르트의 제조

서울우유의 시유(전지우유)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였다. 우유를 그대로 기질로 사용하거나, 고품분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유)나 통일벼(1986년산, 1988년산, 1989년산)를 2%(w/v) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 통일벼는 正租(벼)의 상태로 정부미 창고에 보관되어 있던 것을 출하직전에 백미로 도정한 것으로, 출하된 후 농협직영수퍼에서 가능한한 신속하게 구입하였으며, 실험실에서는 밀폐된 용기에 넣어 5°C의 냉장고에 보관하였다. 쌀은 분쇄기(대우전자 KMF-300)로 분쇄한 후 표준망체(42 mesh, 체눈의 크기 0.35 mm)를 통과한 분말을 실험에 사용하였다. 준비된 기질은 95°C로 고정된 수조에서 30분간 가열처리하여 살균한 후 약 40°C로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(v/v)의 비율로 접종하여 40°C 항온기에서 일정시간 발효하였다.

젖산균의 생육과 산생성량의 측정

요구르트에서 젖산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 발효가 완료된 요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 생균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 측정방법은 고⁽¹⁰⁾의 방법에 준하였다.

요구르트의 관능검사

우유에 2%의 탈지분유 또는 쌀을 첨가하여 만든 기질을 *L. acidophilus*로 24시간 발효시켜 만든 커드상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 발효가 완료된 요구르트를 충분히 교반한 후 5°C 냉장고에서 수시간 방냉하고 요구르트의 20%(w/w)에 상당하는 딸기잼(제일제당)을 가한 뒤 검사원에게 제공하였다. 관능검사의 방법은 多重比較試驗에 준하였으며⁽¹¹⁾, 10명의 검사원을 예비실험

을 통해 미리 훈련시킨 후 5일간 5회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 우유에 2%의 탈지분유를 첨가하여 만든 커드상의 요구르트를 사용하였다.

요구르트의 점도 측정

살균된 250 ml 바이커에 기질을 200 ml씩 준비하여 5종의 젖산균으로 발효시킨 다음 5°C 냉장고에서 충분히 방냉한 후, Rion-Viscotester(Model VT-04, Rion Co., Tokyo)와 1번 rotor를 사용하여 62.5 rpm에서 1분 간격으로 10분간 점도를 측정하여 4분에서 8분까지 수치의 평균치를 data로 취하였다. 측정시 요구르트의 온도는 12~13°C로 유지하였으며 실험은 5회 이상 반복 실시하였다. 한편 커드상 요구르트 점도의 시간의존성(time dependence)을 관찰하는 실험에서는 *L. acidophilus*로 만든 시료를 12~13°C로 유지하면서 1분 간격으로 10분간 측정하였으며 실험은 6회 반복 실시하였다.

요구르트의 저장성 조사

우유 또는 우유에 2%의 탈지분유나 쌀을 첨가하여 만든 기질을 *L. acidophilus*로 24시간 발효시켜 얻은 커드상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 모든 시료는 살균된 100 ml 삼각플라스크에 50 ml씩 준비하였으며, 5°C 냉장고에서 15일간 보존하면서 3일 간격으로 생균수, 적정산도, pH를 측정하였고, 향미와 외관을 관찰하였다.

쌀의 일반성분 분석

분쇄기(대우전자 KMF-300)로 분쇄한 쌀 분말을 일반성분 분석의 시료로 사용하였다. 수분은 110°C 상압 가열건조법⁽¹²⁾으로 측정하였고, 조단백질은 Semi-micro Kjeldahl법⁽¹²⁾, 조지방은 Soxhlet 추출법⁽¹²⁾, 회분은 600

°C의 전기로에서 직접회화법⁽¹²⁾, 조섬유는 Henneberg-Stohmann 개량법⁽¹²⁾으로 측정하였으며 탄수화물은 검체 100g 중에서 이들의 양을 감하여 얻은 양으로 표시하였다.

통계처리

실험결과와 통계처리는 분산분석(ANOVA)과 최소유의차 검정⁽¹³⁾에 준하였다.

결과 및 고찰

쌀의 일반성분 분석

Table 1은 일반미(1990년산 평택미)와 생산년도가 다른 통일미 3종의 일반성분을 분석한 결과이다. 먼저 통일미 3종을 비교해보면 86년산의 조섬유 함량이 다소 높았으며 나머지 성분들은 큰 차이가 없었다. 한편 일반미와 비교했을 때 통일미가 단백질과 회분함량은 다소 높고, 수분과 지방함량은 다소 낮았다.

Table 1. Composition of skim milk powder and various rice powders

	Skim milk powder ⁽¹⁴⁾	Rice	Tongil rice 86	Tongil rice 88	Tongil rice 89
Moisture	3.0%	14.2%	13.5%	13.5%	13.3%
Protein	35.0%	7.0%	7.6%	7.5%	8.0%
Fat	1.0%	0.9%	0.6%	0.7%	0.7%
Ash	8.5%	0.4%	0.5%	0.6%	0.5%
Fiber	ND ⁽¹⁾	0.4%	0.6%	0.4%	0.3%
Carbohydrates	52.5%	77.1%	77.2%	77.3%	77.2%

⁽¹⁾ND: not determined

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

	Culture ⁽¹⁾	Additive ⁽²⁾				
		Control	SMP	TR86	TR88	TR89
Titratable acidity(% ⁽³⁾)	LA	0.905 ^d ±0.022	1.039 ^a ±0.009	1.008 ^c ±0.009	1.019 ^{bc} ±0.007	1.028 ^{ab} ±0.018
	LB	0.976 ^e ±0.018	1.118 ^a ±0.023	1.035 ^b ±0.034	1.057 ^b ±0.034	1.055 ^b ±0.032
	LC	0.814 ^f ±0.013	0.943 ^a ±0.029	0.895 ^b ±0.027	0.905 ^b ±0.032	0.905 ^b ±0.031
	LD	0.826 ^f ±0.013	0.958 ^a ±0.020	0.918 ^b ±0.016	0.932 ^b ±0.014	0.936 ^b ±0.016
	LEU	0.965 ^b ±0.040	1.078 ^a ±0.050	1.057 ^a ±0.038	1.077 ^a ±0.034	1.073 ^a ±0.038
pH ⁽⁴⁾	LA	4.02	4.06	3.93	3.92	3.91
	LB	3.92	3.98	3.89	3.86	3.88
	LC	4.09	4.13	4.00	4.00	4.00
	LD	4.09	4.15	3.99	3.99	3.99
	LEU	3.94	3.99	3.88	3.87	3.86

⁽¹⁾LA: *L. acidophilus*, LB: *L. bulgaricus*, LC: *L. casei*, LD: *L. delbrueckii*, LEU: *Leuconostoc mesenteroides*

⁽²⁾SMP: skim milk powder, TR86: Tongil rice produced in 1986, TR88: Tongil rice produced in 1988, TR89: Tongil rice produced in 1989

⁽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 five 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 five or more replications

저장기간이 다른 쌀의 첨가가 젖산균의 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 탈지분유 또는 저장기간이 다른 3종의 통일벼(86년산, 88년산, 89년산)가 2% 첨가된 우유에 5종의 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. acidophilus*의 경우 산생성이 가장 높았던 것은 탈지분유를 첨가한 경우로 산도가 1.039%였다. 그 다음으로 산도가 높았던 것은 89년산, 88년산, 86년산 쌀 첨가시료의 순이었으며 대조군은 0.905%로 산생성이 가장 저조하였다. 대조군과 다른 실험군 사이에는 5% 수준에서 유의차가 있었고, 쌀 첨가 시료 사이에서는 89년산과 86년산 사이에 5% 수준에서 유의차가 있었다. *L. bulgaricus*의 경우 산생성이 가장 높았던 것은 탈지분유 첨가시료였으며 그 다음은 쌀 첨가시료, 대조군의 순이었다. 대조군과 다른 실험군, 탈지분유 첨가군과 쌀 첨가군 사이에는 5% 수준에서 유의차가 있었으나 쌀 첨가군 사이에는 유의차가 없었다. *L. casei*, *L. delbrueckii*, *Leuc. mesenteroides*의 경우도 *L. bulgaricus*와 대체적으로 유사한 경향을 보였는데, *Leuc. mesenteroides*의 경우는 탈지분유 첨가군과 쌀 첨가군 사이에 유의차를 보이지 않았다($p < 0.05$).

pH는 대조군이 쌀 첨가군보다 높은 경향을 나타냈는데 이와 같은 결과는 대조군보다 쌀 첨가군의 적정산도가 높은 것과 대체로 일치하는 경향이었다. 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, 젖산균의 종에 따라 다소 차이는 있으나 저장기간이 다른 쌀에 의하여 젖산균 산생성 촉진 효과에는 큰 차이가 없는 것을 알았다.

쌀을 장기 저장했을 때 품질에 가장 큰 영향을 주는 것은 쌀에 소량으로 들어있는 지방성분의 변패로서 쌀의 장기저장 중 古米臭 생성의 원인이 되고 있다. 지방의 변패는 곡류 자체내에 존재하는 효소에 의한 가수분해에 의한 변패와 대기중의 산소에 의한 산패로 나눌 수 있는데 이는 수분함량과도 관계가 있다고 한다¹⁵⁾. 본 실험의 결과에서는 86년산 쌀 첨가시료와 89년산 쌀 첨가시료 사이에 젖산균의 종에 따라 다소 차이는 있으나 산생성에 큰 차이가 없는 것으로 나타났으므로 쌀에 함유된 지방의 변패 산물이 쌀의 품질은 저하시키지만 젖산균의 산생성에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

탈지분유의 첨가로 젖산균의 산생성이 촉진된 것은 젖산균이 이용할 수 있는 무지유고형분 함량이 증가하였기 때문이며, 대조군보다 쌀 첨가군의 산생성이 높은 이유는 우유에 들어있지 않은 젖산균 발육촉진물질이 쌀

Table 3. Effect of additives on flavor of curd yogurt¹⁾

	Additive ²⁾			
	Reference	TR86	TR88	TR89
Overall acceptability	5.00 ^a	4.41 ^b ± 0.57	4.56 ^b ± 0.51	4.59 ^b ± 0.69
Taste	5.00 ^a	4.52 ^b ± 0.58	4.70 ^{ab} ± 0.67	4.63 ^b ± 0.63
Texture	5.00 ^a	4.22 ^b ± 0.51	4.33 ^b ± 0.62	4.26 ^b ± 0.53

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 2. Reference: SMP

속에 함유되어 있기 때문으로 생각된다.

쌀의 젖산균 발효에 관한 연구로는 신⁴⁾, 목 등⁽⁵⁻⁷⁾, 시로다⁽⁸⁾의 보고가 있는데, 신⁴⁾, 목 등⁽⁵⁻⁷⁾의 연구에서는 액화 또는 당화시킨 쌀을 젖산균 생육기질로 사용하였고, 시로다⁽⁸⁾의 특허에서는 호화시킨 쌀에 당을 첨가하여 젖산균의 생육기질로 사용하였으므로 우유에 쌀 분말을 첨가하여 젖산균의 생육기질로 사용한 본 연구의 결과와는 비교하기 어렵다고 생각된다.

접종된 5종의 젖산균 중에서 산생성도가 우수한 것은 *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *Leuc. mesenteroides*였으며, *L. casei*와 *L. delbrueckii*의 산생성도는 저조하였다. 따라서 이후의 실험은 산생성도가 높은 세 젖산균 중 발효산물로서 젖산을 주로 생산하는 정상발효 젖산균인 *L. acidophilus*와 *L. bulgaricus* 가운데 예비실험의 결과로 판단하여 요구르트의 관능성이 보다 우수한 *L. acidophilus*를 선택하여 사용하였다.

저장기간이 다른 쌀의 첨가가 요구르트의香味에 미치는 영향

본 실험에서는 우유에 탈지분유를 첨가하여 만든 커드상의 요구르트를 표준시료로 하여 저장기간이 다른 3종의 통일벼를 첨가하여 만든 커드상 요구르트의 관능성을 조사하였다. Table 3에 나타난 바와 같이 전체적인 기호도(overall acceptability)의 경우, 쌀 첨가 시료가 표준시료보다 점수가 낮았다. 쌀 첨가시료 사이에서는 86년산보다 89년산의 점수가 다소 높았으나 유의차는 없었다($p < 0.05$). 맛(taste)과 조직감(texture)의 경우도 전체적인 기호도와 대체적으로 유사한 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 우유에 첨가된 쌀은 저장기간이 다르더라도 요구르트의 관능성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

쌀의 저장중 일어나는 여러가지 품질변화 중 문제시 되는 것은 古米化 과정에서 발생하는 古米臭로서, 古米化 과정은 소량으로 존재하는 지질의 주도적 역할에 의하여 일어나는 바 지질의 가수분해 및 산화반응에서 시작하여

Table 4. Effect of additives and cultures on apparent viscosity of curd yogurt¹⁾(unit of apparent viscosity: poise)²⁾

Culture ³⁾	Additive ⁴⁾				
	Control	SMP	TR86	TR88	TR89
LA	8.72 ^a ± 0.92	13.30 ^b ± 1.96	18.04 ^a ± 2.95	15.38 ^{ab} ± 1.49	15.18 ^{ab} ± 3.10
LB	8.34 ^a ± 1.63	11.69 ^b ± 2.84	16.70 ^a ± 3.02	14.18 ^{ab} ± 2.71	13.30 ^b ± 3.30
LC	8.42 ^a ± 0.51	12.24 ^b ± 2.08	16.36 ^a ± 2.99	14.82 ^{ab} ± 2.12	13.70 ^b ± 1.44
LD	7.48 ^d ± 0.63	11.19 ^c ± 2.42	17.73 ^a ± 1.44	15.30 ^b ± 0.39	14.78 ^b ± 2.11
LEU	7.46 ^c ± 0.97	11.93 ^b ± 2.27	15.30 ^a ± 1.03	13.48 ^b ± 1.10	13.00 ^b ± 0.63

¹⁾Sample was prepared from curd yogurt fermented with lactic acid bacteria for 24 hr.²⁾Mean values and standard deviations of four or more replications. Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level³⁾See footnote in Table 2

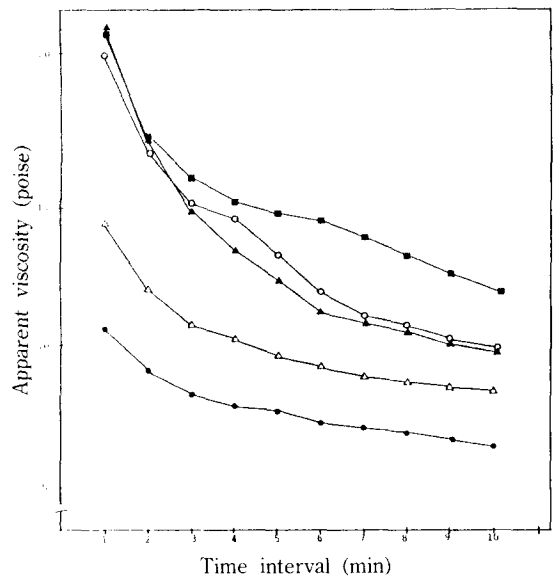
지질산화물과 단백질간의 반응, 지방산과 전분간의 반응 등에 의하여 진행되며, 여기에서 발생하는 古米臭의 주 성분은 휘발성 carbonyl 화합물인 hexanal 및 pentanal 등의 고급 aldehyde로 알려져 있다¹⁶⁾. 본 실험에서는 우유에 쌀 2%를 첨가하여 糊化(95°C, 30분 가열)시킨 후 젖산균으로 24시간 발효시킨 시료를 관능검사의 시료로 사용하였는데, 발효과정에서 古米臭 성분의 일부가 젖산균에 의해 대사되었거나 젖산발효 산물에 의하여 감추어져(masking effect), 86년산 시료와 89년산 시료의 관능성이 큰 차이가 없었던 것으로 판단된다.

저장기간이 다른 쌀의 첨가가 요구르트의 점도에 미치는 영향

본 실험에서는 탈지분유 또는 저장기간이 다른 3종의 통일벼가 2% 첨가된 우유에 5종의 젖산균을 각각 접종하여 24시간 발효한 후 커드상 요구르트의 점도를 측정하였다. Table 4는 요구르트의 점도에 미치는 첨가물의 효과를 관찰한 것으로서 대조군에 비하여 탈지분유 첨가군과 쌀 첨가군의 점도가 유의성있게 높았으며($p < 0.05$), 탈지분유 첨가군보다 쌀 첨가군의 점도가 높았다. 한편 쌀 첨가군 사이에서는 86년산 시료의 점도가 가장 높았으며 89년산 시료의 점도가 가장 낮았는데 86년산 시료와 89년산 시료 사이에는 *L. acidophilus*를 제외하고는 5% 수준에서 유의차가 있었다. 탈지분유 첨가군은 대조군보다 고형분 함량이 높기 때문에 점도가 높았고, 쌀 첨가군은 쌀에 높은 농도로 함유된 전분으로 인하여 대조군이나 탈지분유 첨가군보다 점도가 높았던 것으로 생각된다.

쌀을 저장하면 노화(aging)되는데 쌀의 노화는 쌀의 물리적 특성과 화학적 특성의 변화를 포함하는 자연적인 현상으로서, 이에 따라 취반, 가공, 식미, 영양가, 상업적 가치 등의 품질이 변하게 된다. 쌀의 저장중 변화에 대하여는 많은 연구가 있으나, 정확한 기작은 아직 확립되지 못하고 있다¹⁷⁾.

Table 4의 결과로 판단하면 쌀의 저장기간이 경과함에 따라 쌀 첨가 요구르트의 점도가 증가하는 경향이 뚜

**Fig. 1. Viscometric characteristics of curd yogurt**

■—■; TR 86, ○—○; TR 88, ▲—▲; TR 89, △—△; SMP, ●—●; Control

렷하였는데 이와 같은 결과는 쌀의 저장기간에 따라 amylograph peak viscosity가 증가한다는 보고¹⁸⁾와 그 경향이 일치하며 앞으로 이 부분에 대해서는 보다 상세한 연구가 필요하다고 생각된다.

요구르트의 점도에 미치는 젖산균의 효과를 비교해 보면(Table 4) *L. acidophilus*로 만든 시료가 대체적으로 높은 점도를 나타냈고 *Leuc. mesenteroides*로 만든 시료가 대체적으로 낮은 점도를 나타냈으나 통계적인 유의성은 보이지 않았다($p < 0.05$).

Fig. 1은 *L. acidophilus*로 24시간 발효한 커드상 요구르트의 점도를 일정한 전단속도(shearing rate)에서 10분간 측정하면서 비뉴우톤유체인 커드상 요구르트의 시간의존성(time dependence)을 관찰한 결과이다. 모든 시료에 있어서 측정시간이 경과함에 따라 점도가 감소

Table 5. Changes in quality of curd yogurt during storage at 5°C¹⁾

	Additive ²⁾	Period of storage(days)					
		0	3	6	9	12	15
Titratable acidity(% ³⁾)	Control	1.112 ^a ± 0.005	1.123 ^a ± 0.041	1.130 ^a ± 0.031	1.139 ^a ± 0.031	1.145 ^a ± 0.025	1.150 ^a ± 0.031
	SMP	1.296 ^a ± 0.011	1.312 ^a ± 0.032	1.310 ^a ± 0.018	1.312 ^a ± 0.031	1.316 ^a ± 0.018	1.323 ^a ± 0.034
	TR86	1.193 ^d ± 0.005	1.220 ^c ± 0.013	1.233 ^{bc} ± 0.007	1.249 ^b ± 0.009	1.289 ^a ± 0.005	1.296 ^a ± 0.027
	TR88	1.195 ^d ± 0.016	1.217 ^{cd} ± 0.009	1.238 ^{bc} ± 0.020	1.249 ^b ± 0.020	1.258 ^b ± 0.023	1.287 ^a ± 0.027
	TR89	1.222 ^c ± 0.009	1.229 ^c ± 0.005	1.240 ^{bc} ± 0.018	1.265 ^{ab} ± 0.005	1.276 ^a ± 0.022	1.278 ^a ± 0.032
pH ⁴⁾	Control	4.05	4.05	4.04	4.03	4.02	4.00
	SMP	4.08	4.06	4.06	4.04	4.06	4.03
	TR86	3.96	3.95	3.94	3.92	3.89	3.89
	TR88	3.96	3.94	3.95	3.95	3.92	3.89
	TR89	3.96	3.95	3.94	3.94	3.92	3.92
Viable cell count ⁵⁾ (CFU/ml)	Control	4.5×10 ⁹	2.9×10 ⁹	3.3×10 ⁹	4.4×10 ⁹	3.9×10 ⁹	4.3×10 ⁹
	SMP	4.8×10 ⁹	4.8×10 ⁹	4.1×10 ⁹	4.3×10 ⁹	4.6×10 ⁹	5.9×10 ⁹
	TR86	4.5×10 ⁹	5.8×10 ⁹	5.2×10 ⁹	5.2×10 ⁹	5.1×10 ⁹	6.7×10 ⁹
	TR88	4.0×10 ⁹	4.4×10 ⁹	6.2×10 ⁹	5.7×10 ⁹	6.4×10 ⁹	5.3×10 ⁹
	TR89	4.8×10 ⁹	5.8×10 ⁹	6.5×10 ⁹	5.6×10 ⁹	5.9×10 ⁹	5.2×10 ⁹

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

²⁾See footnote in Table 2

³⁾Mean 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.

⁴⁾Median values of four replications

⁵⁾Mean values of four replications

하는 경향, 즉 thixotropic flow의 특성을 나타냈다. Thixotropic flow란 유체 또는 반고체 상태의 시료를 장시간 방치한 후 일정한 전단속도로 점도를 측정하면 조적이 서서히 파괴되어 점도가 시간이 경과함에 따라 감소하나 그 후에 정지상태로 두면 조적이 회복되어 다시 점도가 높아지는 특성을 의미한다⁽¹⁹⁾. 그러나 본 실험의 시료인 커드상 요구르트는 10분간의 점도 측정을 끝낸 후 장시간 방치해도 점도가 원래의 상태로 돌아가는 가역성을 보이지 않았다. 따라서 본 실험의 시료는 엄격한 의미의 thixotropic flow와는 다소 차이가 있다고 생각된다.

저장기간이 다른 쌀의 첨가 요구르트의 저장성에 미치는 영향

탈지분유 또는 저장기간이 다른 3종의 통일벼가 첨가된 커드상 요구르트의 저장성을 조사한 결과, Table 5에 나타난 바와 같이 대조군과 탈지분유 첨가군은 15일의 저장기간 중 산도가 다소 증가하는 경향이 있었으나, 저장기간에 따른 유의차는 없었다(p<0.05). 한편 쌀 첨가군은 첨가된 쌀의 저장기간에 관계없이 모든 시료에서 저장기간 중 산도가 완만하게 증가했는데 그 증가의 정도는 대조군 또는 탈지분유 첨가군보다는 높았으며, 저장기간에 따라 유의차를 보였다(p<0.05). 한편 pH는 모든 시료에서 저장기간 중에 다소 감소하는 경향을 보였으며, 생균수는 모든 시료에서 저장기간 중에 거의 변화가 없었다. 이외에도 15일의 저장기간 중 커드상 요구르트의 외관과 향미를 관찰하였는데, 어떤 변

화도 발견할 수 없었다. 이상의 결과로 보아 5°C 에서 15일간에 걸쳐 보존된 쌀 첨가 요구르트의 저장성은 첨가된 쌀의 저장기간에 관계없이 우수하다고 할 수 있다.

요 약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 저장기간이 다른 3종의 통일벼(86년산, 88년산, 89년산)를 각각 2%(w/v) 첨가하고 젖산균(*Lactobacillus* 4종, *Leuconostoc* 1종)으로 발효하여 커드상의 요구르트를 만든 후, 저장기간이 다른 쌀의 첨가가 젖산균의 산생성과 커드상 요구르트의 품질(관능성, 점도, 저장성)에 미치는 영향을 조사하였다. 쌀의 첨가로 젖산균의 산생성이 대조군(우유로만 만든 요구르트)보다 촉진되었는데, 젖산균의 종에 따라 다소 차이는 있으나 쌀에 의한 젖산균의 산생성 촉진효과는 쌀의 저장기간에 의하여 현저한 영향을 받지 않았다. 관능검사의 결과를 보면 우유에 첨가된 쌀은 저장기간이 다르더라도 요구르트의 관능성에 현저한 영향을 미치지 않았다. 점도 측정의 결과를 보면 쌀의 저장기간이 경과할수록 쌀 첨가 요구르트의 점도가 증가하였으며, 커드상 요구르트는 thixotropic flow의 특성을 나타냈다. 5°C 에서 15일간 보존된 쌀 첨가 요구르트의 저장성은 첨가된 쌀의 저장기간에 관계없이 우수하였다.

문 헌

1. 한국유가공협회 편집부 : 유업통계. 우유, 통권 제49호,

- 61(1992)
2. Tamine, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yogurt: 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. 목철균, 한진숙, 김영진, 김남수, 권대영, 남영중 : 쌀의 젖산발효 및 발효중 전분가수분해효소 처리에 의한 품질 향상. *한국식품과학회지*, 23, 739(1991)
 6. 목철균, 한진숙, 김영진, 김남수, 권대영, 남영중 : 쌀 젖산발효물과 대두단백 젖산발효물의 혼합에 의한 라이스거트의 개발과 특성. *한국식품과학회지*, 23, 745 (1991)
 7. 목철균, 임종락, 김영진, 남영중 : 분리대두단백과 당화시킨 쌀 분산액의 젖산균 발효에 의한 요구르트(Risogurt)의 제조. *한국식품과학회 1991년도 추계 학술발표회 발표논문 초록*, 61(1991)
 8. 시로다 미노루 : 비피도박테리아균을 함유하는 음식물의 제조방법, 특허공보 제 793호(1983)
 9. 홍외숙, 고영태 : 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 23, 587(1991)
 10. 고영태 : 두유에 첨가된 유제품이 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 22, 183(1990)
 11. Larmond, E.: *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture, Ottawa, p.31(1977)
 12. 한국식품공업협회 편집부 : 식품공전. *한국식품공업협회*, p.421(1991)
 13. 조재영, 장권렬 : 실험통계분석법. *향문사*, p.84, p.97 (1989)
 14. 서울우유협동조합 : 제품설명서. *서울우유협동조합*, 서울(1991)
 15. 한국식품연구문헌총람 편찬위원회 : *한국식품연구문헌총람(2)*. *한국식품과학회*, p.22(1977)
 16. 황보정숙, 이서래 : 통일미의 저장에 따른 기호특성 및 지질성분의 변화. *한국식품과학회지*, 8, 74(1976)
 17. 조은자, 김성곤 : 현미와 백미의 저장중 이화학적 성질의 변화. *한국농화학회지*, 33, 24(1990)
 18. Juliano, B.O.: Criteria and tests for rice grain qualities. In *Rice: Chemistry and Technology*, Juliano, B.O. (ed), AACC, Minnesota, p.494(1985)
 19. Jackman, M.: In-line viscometers help achieve perfect products. *Food Technology*, 45(7), 90(1991)
-
- (1992년 8월 8일 접수)