

쌀 분말 첨가량에 따른 요구르트의 발효 특성

백승희* · 배형철** · 남명수**

천안연암대학 외식산업학과*, 충남대학교 농업생명과학대학 동물자원학부**

Fermentation Properties of Yogurt Added with Rice

S. H. Paik*, H. C. Bae** and M. S. Nam**

Department of Food Service Industry, Cheonan Yonam College, KOREA*

Division of Animal Science & Resources, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam

National University, Daejeon 305-764, KOREA**

ABSTRACT

Yogurt was prepared from skim milk added with 1, 2, 4 or 6% of rice- or skim milk powders and commercial lactic acid bacterial starters. Changes in pH, titratable acidity, viable cell counts, viscosity, organic acid contents and carbohydrates during fermentation were monitored and its sensory evaluation was also performed. The optimum level of additives such as rice- and skim milk powders for yogurt manufacture was selected. Fermentation properties of yogurt added with rice and skim milk powders were studied. The control yogurt reached pH 4.5 after 10 hours of fermentation, whereas the samples added with 4 or 6% rice powders reached pH 4.5 in 6 hours and those added with skim milk powder reached in 8 hours. After 4 hours of fermentation, the control yogurt reached a titratable acidity at 1.0 %, whereas other samples exceeded 1.0%. After 4 hours of fermentation, the viable cell counts in the samples added with 4% rice powders were the highest. At the level of 4% rice powders, the curd viscosity decreased. Except for the sample added with 6% skim milk powders, all the samples produced higher lactic acid during fermentation, and galactose level in yogurt was the highest when added with 4% rice powder or 6% skim milk powder. In overall sensory evaluation using 5 parameters, the sensory scores of all the yogurts were not significantly different. However, the sample added with 4% skim milk powders was the best for color and overall acceptability. The sample added with 4% rice powders was the best for the flavor and texture. From this experiment, the optimum level of additives such as rice or skim milk powders was selected to be 4%.

(Key words : Rice powder, Skim milk powder, Lactic acid bacteria, Viable cell counts, Viscosity, Organic acid, Sensory evaluation)

I 서 론

요구르트는 전유 또는 탈지유를 젖산균으로 발효시켜 신맛과 향미를 강화시킨 것으로 원료인 우유 성분 이외에 젖산균의 작용에 의해 젖산, peptone, peptide, 혹은 미량 활성물질 등의 유효성분이 생성되며 이것에 의하여 장의 운동이 자극되어 장내 부패가 억제되고 칼슘의 흡

수가 개선되며 간 기능의 향진이나 장내 소화액의 분비가 촉진되는 등 인체 건강에 유익한 효과가 있어서 전 세계인이 즐기는 식품으로 자리 잡고 있다고 보고하였다(Deeth와 Tamine, 1981). 요구르트의 부드럽고 매끄러운 gel상의 조직은 우유의 주요 단백질인 casein이 젖산에 의해 응고하는 성질을 이용한 것이다. 조직이 너무 묽거나 유청이 분리되는 경우 소비자들에

Corresponding author : M. S. Nam, Division of Animal Science & Resources, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, KOREA**, Tel : 042-821-5782, E-mail : namsoo@cnu.ac.kr.

게 부정적인 영향을 미치게 되므로 점도를 증가시키기 위해 유업회사에서는 탈지분유나 전지분유, 버터밀크분말, 유청분말, casein 분말 등을 첨가하여 총 고형분 함량을 증가시키고 있다고 보고하였다(Tamine과 Robinson, 1985). 요구르트의 유고형분 함량은 14~18%로 권장하고 있으며 저지방 요구르트는 14~15%가 적당하다.

유고형분 이외의 성분을 첨가하여 요구르트, 또는 이와 유사한 발효유제품을 만들고자 한 연구를 살펴보면 첨가물의 종류로는 고구마와 호박(신 등, 1993)을 비롯하여 주로 두류 단백질(유 등, 1984; 고 등, 1984; Cheng 등, 1990)이나 보리 당화액(이와 김, 1988), 그리고 밀과 보리, 옥수수 등의 잡곡을 첨가한 연구(김과 고, 1993)가 이루어졌다. 목 등(1991)은 쌀을 액화 또는 당화시켜 쌀 젖산발효제품을 만들었다. 또 홍과 고(1991)는 우유에 2%의 탈지분유와 쌀 분말을 첨가한 후 3종의 간균과 1종의 구균을 단독으로 접종하여 커드상의 요구르트를 제조한 후 쌀의 첨가가 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향을 연구하였다.

쌀은 예로부터 우리나라에서 주식으로 이용되어 왔으며 전통식품인 식혜와 같은 잔잔한 감미와 승능과 같은 담백한 풍미를 지니 요구르트용 기질로 매우 적합하며 쌀에는 다량의 전분이 함유되어 있으므로 유고형분 보다 비교적 생산 원가를 높이지 않으면서 요구르트의 점도를 높일 수 있는 첨가물로 적합하리라 생각된다. 쌀 분말이 첨가된 요구르트의 개발은 곡류를 주식으로 하는 한국인의 정서에 잘 맞는 것으로 생각되며 유당불내증을 개선할 수 있고, 쌀 첨가 요구르트의 식품·영양학적인 가치를 크게 높여 주리라 생각된다.

본 연구는 탈지유에 쌀 분말과 탈지분유를 각각 6%까지 첨가하여 요구르트를 제조한 후 각각의 시료가 나타내는 발효 특성을 우유로만 만든 대조구와 비교하였다. 그리고 이 시료 중 요구르트 제조에 알맞은 쌀 분말과 탈지분유의 최적 첨가량을 선정하였다.

II 재료 및 방법

1. 요구르트의 제조

(1) 공시균주

요구르트 제조에 사용된 스타터(Chr. Hansen's Co., Denmark)는 *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)와 *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12)의 혼합배양액을 사용하여 10% 환원탈지유에 균주를 2% 첨가하여 2회 계대배양한 것을 사용하였다.

(2) 원료유

충남대학교 부속 동물사육장의 홀스타인종으로부터 신선한 원유를 크림분리기(Armfield Technical Education Co., Ltd., England)를 사용하여 유지방을 분리한 후 탈지유를 요구르트의 원료유로 사용하였다.

(3) 쌀 분말

쌀 분말은 충남 당진군 대호지면 대호가람농장에서 생산한 유기농 쌀을 구입하여 증류수에 24시간 상온에 정치한 후 균질기(KMF-300; Daewoo Elec., Korea)로 분쇄하고 50℃에서 건조한 후 표준망체 42mesh를 통과시킨 것을 쌀 분말 첨가제로 사용하였다.

(4) 원재료의 일반 성분 분석

본 실험에 사용한 원료유는 Infrared Milk Analyzer(Milko Scan 104; A/S N. Foss Electric, Denmark)를 사용하여 단백질, 지방, 유당 및 수분의 양을 측정하였다. 쌀 분말의 일반성분 분석은 식품공전(1994)에 따라서 분석하였다. 수분은 110℃ 상압가열건조법으로 측정하였고 조단백질은 Semi-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조섬유는 Henneberg-Stohmann 개량법, 회분은 600℃의 전기로에서 직접회화법으로 측정하였으며 탄수화물은 검체 100g 중에서 이들의 양을 감하여 얻은 양으로 표시하였다. 원재료의 일반성분 함량은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of raw milk, skim milk, skim milk powder and rice powder

Sample	Composition(%)					
	Protein	Fat	Carbohydrate	Moisture	Ash	Fiber
Raw milk	4.0	4.1	5.1 ¹⁾	86.1	0.7	-
Skim milk	4.1	0.0	5.5 ¹⁾	89.7	0.8	-
Skim milk powder	33.2	0.1	51.1 ¹⁾	7.1	8.5	-
Rice powder	7.0	0.9	78.9	12.4	0.4	0.4

¹⁾ lactose content.

(5) 요구르트의 제조방법

쌀 분말과 탈지분유의 최적 첨가량을 결정하기 위해 탈지유에 쌀 분말과 탈지분유를 각각 0, 1, 2, 4, 6% 첨가한 후 water bath를 사용하여 92℃에서 10분간 가열, 살균하였다. 살균 후 40℃에서 스타터를 2% 접종하고 42℃에서 14시간 배양하면서 2시간 간격으로 시료를 채취하여 산도, pH, 젖산균 수를 측정하였으며, 요구르트의 산도가 1.0%에 도달하였을 때의 시료를 채취하여 점도, 관능검사, 유기산 및 유당의 함량을 측정하였다.

2. 요구르트의 분석

(1) 산 생성량 측정

요구르트의 배양 시간에 따른 산 생성량은 이(1983)의 방법에 따라 측정하였으며, pH는 pH meter(420A; Orion Research Inc., USA)를 사용하여 측정하였다.

(2) 젖산균 수 측정

멸균수에 십진희석하여 젖산균 배지(BCP plate count agar, Eiken Chemical Co. Ltd., Japan)에 접종한 후 표준 평판법으로 42℃에서 48시간 배양한 후에 나타난 colony 수를 측정하였다(이, 1983).

(3) 점도

요구르트의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5℃ 냉장고에서 24시간 냉각한 후 Brookfield viscometer(BM type; Tokimec Inc., Japan)의 rotor No. 2를 사용하여 12 rpm에서 측정하였다.

(4) 유기산

요구르트의 유기산 분석은 Saidi와 Warthesen

(1989)의 방법에 따라 분석하였다. 각각의 시료를 5g을 채취하여 12% TCA 용액을 1ml 첨가하고 5,000g에서 5분간 원심분리 하였다. 분리된 상등액을 채취하여 0.2µm membrane filter (Sartorius AG, Germany)를 사용하여 여과한 후 HPLC system을 사용하여 유기산 농도를 분석하였다. HPLC(Waters, U.S.A.)를 이용한 유기산 분석 column은 SUPELCOGEL C-610H(30cm × 7.8mm, Sigma Aldrich Co. U.S.A.)를 사용하였고, column의 온도는 30℃를 유지하였다. 검출은 Dual-λ-Absorbance Detector(Waters, U.S.A.)를 사용하여 210 nm에서 측정하였고, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 사용하여 0.5 ml/min의 유속으로 10분간 분석하였다. 분석프로그램은 Autochro-WIN 2.0 plus(Young Lin Instrument Co., LTD., Korea)를 사용하여 정량분석 하였다. 시험에 사용된 유기산 표준물질은 Sigma-Aldrich Co.에서 구입하여 분석에 사용하였다.

(5) 탄수화물

요구르트의 탄수화물 분석은 Jeon 등(1984)의 방법에 따라 분석하였다. 각각의 시료의 전처리 는 유기산 시험방법과 동일하게 하였으며, HPLC system을 사용하여 탄수화물 농도를 분석하였다. Detector는 Refractive Index Detector(Waters Associates, U.S.A.)를 사용하였다. column은 SUPELCOGEL C-610H를 사용하였고, column의 온도는 40℃를 유지하였고, 이동상은 HPLC용 Water(TEDIA Company Inc., U.S.A.)를 사용하여 1.0 ml/min의 유속으로 10분간 분석하였다. 분석 프로그램은 Autochro-WIN 2.0 plus를 사용하여 정량분석 하였다. 시험에 사용된 표준물질은 Sigma-Aldrich Co.에서 구입하여 분석에 사용하였다.

(6) 관능검사

요구르트의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5°C 냉장고에서 24시간 냉각한 후 30명의 검사원으로 색, 풍미, 맛의 조화, 조직감 및 전체적인 기호도를 5점 scoring test로 평가하였다. 이때 평가 요령은 각각의 평가항목에 대하여 “1: 대단히 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 대단히 좋다”로 표시하도록 하였다.

(7) 통계처리

SPSS 10.0을 사용하여 쌀 분말과 탈지분유의 첨가량 및 젖산균주의 종류에 따른 점도 및 관능적인 특성을 비교하였다. 시료간의 유의적인 차이는 Duncan's multiple range test로 유의수준 5%($p < 0.05$)에서 검증하였다.

III 결과 및 고찰

1. pH 및 적정산도의 변화

쌀 분말과 탈지분유를 1.0~6.0% 첨가하여 요구르트의 배양 시간에 따른 pH 및 적정산도의 변화는 Table 2 및 3과 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 요구르트의 pH가 4.5에 도달하는 시간이 쌀 분말이 1%, 2%, 4% 첨가한 시료와 탈지분유가 1%, 4% 첨가한 시료는 8시간 배양에 도달하였으나 대조구는 10시간 배양에 pH 4.5에 도달하였다. 배양 14시간째에 쌀 분

말을 2%, 4%, 6% 첨가한 시료는 pH 4.3을, 대조구와 탈지분유를 첨가한 시료는 pH 4.4를 나타내었다. 위의 결과를 보면 쌀 분말을 첨가한 시료의 산 생성이 가장 빠르고 그 다음이 탈지분유를 첨가한 시료인 것을 알 수 있다. 따라서 우유에 쌀이나 탈지분유를 첨가하는 것이 젖산균의 산 생성을 촉진시키는 것을 알 수 있었는데 이는 우유로만 만든 대조구의 경우 우유가 함유하고 있는 인산염과 우유 단백질, 구연산염 등에 의한 pH 완충작용(Tamine과 Robinson, 1985)이 이루어졌기 때문이다. 젖산균은 제한된 생합성 능력만을 가지고 있으므로 일반적으로 아미노산, 비타민, purine과 pyrimidine 등의 복합 영양소를 필요로 하는데(Brock와 Madigan, 1991) 곡류에는 높은 농도의 무기질과 낮은 농도이긴 하지만 여러 가지 비타민이 함유(농촌진흥청, 1991)되어 있으므로 이들 무기질과 비타민에 의하여 젖산균의 생육이 촉진되었으며(김과 고, 1993) 따라서 대조구보다 산 생성이 높았던 것으로 추측되어진다. 탈지분유를 첨가한 시료의 경우에는 탈지분유의 첨가로 젖산균이 이용할 수 있는 무기고형분 즉, 영양소의 함량이 증가하여 젖산균의 생존 기간이 연장됨으로써 산 생성이 촉진된 것으로 생각된다.

요구르트에서 젖산의 생성 정도를 나타내는 적정 산도의 측정은 요구르트의 품질검사에 널리 이용되고 있는데 박(1994)의 실험에서는

Table 2. Changes of pH during fermentation of yogurt added with rice and skim milk powder

Sample	Incubation Time(hrs)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Control	6.78	6.30	5.00	4.78	4.68	4.50	4.43	4.36
RP 1	6.75	6.14	4.94	4.70	4.45	4.46	4.43	4.35
RP 2	6.78	6.25	4.86	4.64	4.46	4.43	4.41	4.33
RP 4	6.83	6.04	4.94	4.59	4.45	4.43	4.37	4.32
RP 6	6.82	5.81	4.88	4.56	4.44	4.39	4.35	4.32
SMP 1	6.80	6.00	4.82	4.63	4.49	4.43	4.42	4.30
SMP 2	6.79	6.07	4.85	4.62	4.57	4.43	4.41	4.37
SMP 4	6.80	6.00	4.82	4.63	4.49	4.43	4.42	4.39
SMP 6	6.82	6.14	4.95	4.67	4.58	4.47	4.45	4.43

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

Table 3. Changes of titratable acidity during fermentation of yogurt added with rice and skim milk powder (unit : %)

Sample	Incubation Time(hrs)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Control	0.25	0.52	0.95	1.22	1.35	1.60	1.76	1.80
RP 1	0.24	0.63	1.05	1.25	1.47	1.54	1.60	1.79
RP 2	0.24	0.69	1.10	1.32	1.48	1.62	1.72	1.77
RP 4	0.24	0.78	1.17	1.30	1.51	1.75	1.87	2.32
RP 6	0.23	0.68	1.13	1.30	2.08	2.20	2.42	2.53
SMP 1	0.27	0.61	1.07	1.30	1.70	1.80	1.82	1.85
SMP 2	0.27	0.69	1.20	1.49	1.80	1.84	1.98	2.03
SMP 4	0.31	0.81	1.37	1.62	1.91	2.13	2.35	2.59
SMP 6	0.34	0.82	1.55	1.77	2.00	2.41	2.56	2.76

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

1.0~1.1%일 때 가장 좋은 품질을 나타내었다. 본 시험에서 쌀 분말과 탈지분유를 첨가한 요구르트의 적정산도 변화는 Table 3와 같다. 대조구를 비롯한 시료 모두 배양 시간이 경과할수록 산도가 점점 증가하였는데 특히 쌀 분말과 탈지분유를 첨가한 시료는 배양 후 4시간째에 산도가 급격하게 증가하여 적정 산도인 1%를 초과하였다. 그러나 탈지유와 두유를 이용한 박(1994)의 실험에서는 5가지 시료(환원 탈지유와 두유의 비율이 5.0:0, 3.75:1.25, 1.25:2.50, 2.50:1.25, 0:5.0)가 적정 산도에 도달하기 위해 15~18시간이 경과하였다고 보고하였다. 우유와 쌀을 이용한 홍과 고(1991)의 연구에서도 우유로만 제조한 대조구보다 쌀 첨가구의 산도가 높았다. 또 현미 첨가구의 산 생성이 높았는데 이는 미강이 제거된 백미보다 현미가 비타민 B군 등의 젖산균 생육촉진물질의 함량이 높았기 때문이라고 하였다. 탈지분유를 첨가한 시료는 모두 배양 직후부터 대조구나 쌀 분말 첨가군보다 산도가 높았으며 탈지분유의 첨가량이 증가할수록 산도가 증가하였다. 이는 탈지유와 두유를 이용하여 요구르트 제조 조건의 최적화를 실험한 박(1994)의 연구에서 탈지분유의 첨가비율이 증가할수록 산도가 높게 나타난 것과 일치하였는데 탈지분유의 첨가로 젖산균이 이용할 수 있는 무지유고형분 함량이 증가하였기 때문이라고 하였다.

2. 젖산균 수

쌀 분말과 탈지분유를 첨가하여 제조한 요구르트의 배양 시간의 경과에 따른 젖산균 수의 변화는 Table 4와 같다. Table 4에서 보는 바와 같이 대조구는 배양 6시간째에 젖산균 수가 가장 많이 증가하였다가 다시 감소하였다. 쌀 분말을 1%, 2% 첨가한 시료는 8시간 배양 후, 쌀 분말을 6% 첨가한 시료와 탈지분유를 1%, 2% 첨가한 시료는 6시간 배양째 젖산균의 수가 가장 많이 증가하였다. 쌀 분말을 4% 첨가한 시료와 탈지분유를 4%, 6% 첨가한 시료는 배양 4시간째 젖산균의 수가 가장 많이 증가하였는데 이는 고형분 함량의 증가에 따른 결과로 생각되어진다. 본 실험에서는 시료에 따라 배양 4시간부터 8시간 사이에 젖산균이 최대 성장하였고 그 이후에는 정체기로 들어감으로서 균수의 증감은 큰 변화가 없었으나 산 생성은 조금씩 증가하였다. 이는 배양이 시작되면서 생성된 산은 발효유내에 존재함으로 배양 10시간 이후에 젖산균 수가 감소되더라도 산 생성량은 증가되는 것으로 생각된다. 김(2001)은 오디 첨가 요구르트의 발효특성에 관한 연구에서 오디의 첨가량이 많을수록 대조구에 비하여 젖산균 수가 증가하였으며 배양 후 3~5시간에 가장 뚜렷한 증가가 있었다고 보고하였다.

Table 4. Changes of viable cell count during fermentation of yogurt added with rice and skim milk powder (unit : cfu/ml)

Sample	Incubation Time(hrs)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Control	8.1×10^6	2.8×10^7	3.5×10^8	4.2×10^8	2.2×10^8	2.2×10^8	6.0×10^7	1.2×10^8
RP 1	5.8×10^6	3.1×10^7	2.7×10^8	2.9×10^8	3.0×10^8	1.2×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8
RP 2	6.0×10^6	5.5×10^7	3.2×10^8	2.7×10^8	3.4×10^8	2.2×10^8	2.2×10^8	3.0×10^8
RP 4	8.1×10^6	3.6×10^7	3.9×10^8	1.7×10^8	2.6×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8	2.9×10^8
RP 6	9.1×10^6	7.1×10^7	2.5×10^8	4.1×10^8	3.0×10^8	1.2×10^8	2.8×10^8	1.4×10^8
SMP 1	1.2×10^6	2.6×10^7	2.3×10^8	3.9×10^8	2.6×10^8	2.4×10^8	1.0×10^8	1.0×10^8
SMP 2	7.9×10^6	3.1×10^7	3.1×10^8	3.4×10^8	2.4×10^8	1.6×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8
SMP 4	5.6×10^6	5.8×10^7	5.3×10^8	3.4×10^8	2.0×10^8	3.8×10^8	1.8×10^8	1.4×10^8
SMP 6	5.6×10^6	6.1×10^7	5.8×10^8	3.2×10^7	3.2×10^7	3.2×10^8	7.9×10^7	1.6×10^8

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

3. 점도

쌀 분말과 탈지분유를 첨가한 요구르트의 점도는 산도 1%에 도달했을 때 시료를 취하여 측정된 결과는 Table 5와 같다. 쌀 분말과 탈지분유의 첨가량을 달리한 요구르트를 8시간 배양한 후 측정된 점도에서 모든 시료는 유의차를 나타내었다. 쌀 분말을 첨가한 시료는 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하여 쌀 분말을 2% 첨가한 시료는 1,223 cP로 점도가 가장 높았으나 4%를 첨가하자 1,152cP로 점도가 약간 감소하였고 쌀 분말을 6% 첨가한 시료는 140cP로 점도가 급격하게 감소하여 시료 중에서 가장 낮은 점도를 나타내었다. 탈지분유를 첨가한 시료는 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하여 6%를 첨가한 시료가 2,183cP로 가장 높았다. 요구르트의 점도는 고형분 함량과 단백질 함량이 늘어날수록 증가하는 것으로 알려져 있는데(김 등, 1979) 탈지분유를 첨가한 시료는 대조구보다 단백질 함량이 높기 때문에 점도가 높아 이러한 현상과 일치하였다. 고 등(1984)의 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조를 보면 대조구에 비하여 탈지분유 첨가구와 보리를 제외한 곡류 첨가구의 점도가 유의성있게 높았으며($p < 0.05$), 모든 시료 가운데 옥수수 첨가 시료의 점도가 가장 높았다. 신 등(1994)과 김 (1996)의 연구에서도 감자나 인삼 등을 첨가함

Table 5. Viscosity of yogurt added with rice or skim milk powder

Sample*	Viscosity(cP)
Control	725 ^f
RP 1	1,155 ^d
RP 2	1,223 ^c
RP 4	1,153 ^d
RP 6	140 ^h
SMP 1	678 ^g
SMP 2	978 ^e
SMP 4	1,833 ^b
SMP 6	2,183 ^a
F-value	38.83*

Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

* Samples is prepared from yogurt that has reached 1.0% titratable acidity.

으로써 요구르트의 점도가 증가되었다고 보고 하였으며 팽화미분의 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하여 첨가량 10%에서는 유동성을 잃는 정도가 되었다(김 등, 1993). 그러나 엄 등 (1993)의 연구에서는 쌀, 밀, 감자, 옥수수 전분 중 쌀 전분 첨가 시료의 점도가 가장 낮았다고 하였으며 홍과 고(1991)의 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에서는 요구르트를 제조하는데

적합한 쌀의 첨가 농도는 2%라고 하였다. 요구르트의 조직감은 마치 부드러운 custard와 같이 부드럽고 매끄러우며 점성을 지니고 있어 요구르트 gel로부터 유청의 분리가 없는 것이 우수한 제품이라고 알려져 있다. 이때 점도가 너무 높거나 낮으면 전반적인 조직감에 오히려 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 품질이 우수한 요구르트의 점도가 구체적으로 어느 정도 수준인가를 확실적으로 말하기는 어렵다. 김과 고(1990)의 실험에서 관찰된 요구르트의 점도는 발효 6시간부터 24시간까지 현저하게 증가하였으며 24시간 발효 후 6.72~27.40cP의 범위에 있었다. 이와 같이 요구르트의 점도에 영향을 미치는 요소 중 우선 첨가 물질의 종류와 농도를 들 수 있는데 쌀 분말을 첨가할 경우 고형분 함량의 증가로 대개 점도가 증가하였으나 본 실험에서는 쌀 분말을 4% 이상 첨가할 경우 쌀 분말이 casein의 커드 형성에 영향을 미쳐 점도가 낮아지는 것으로 생각되었다.

4. 유기산

쌀 분말과 탈지분유의 첨가량을 달리한 요구르트의 유기산은 산도 1%에 도달했을 때 HPLC로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 산출된 각 유기산의 함량을 보면 대조구보다 tartaric acid, lactic acid, isobutyric acid의 함량이 높게 나타났다. Tartaric acid는 뽕은맛을 내는 유기산으로

우유로만 만든 대조구가 가장 적게 나타났다. 쌀 분말을 첨가한 시료는 탈지분유를 첨가한 시료보다는 tartaric acid가 많이 생성되었으나 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 탈지분유를 첨가한 시료는 첨가량이 증가할수록 tartaric acid가 증가하였다. 비휘발성산인 lactic acid는 쌀 분말과 탈지분유를 첨가한 시료 모두 대조구보다 많이 생성되었는데 특히 탈지분유를 4% 첨가한 시료가 대조구의 1.16배로 가장 많았다. 백과 고(1992)의 연구에서도 24시간 발효 후 lactic acid가 우유 요구르트는 13.6배, 현미를 첨가한 요구르트는 18.6배로 증가하였다고 보고하였다. 유기산은 주로 요구르트의 향미 성분을 좌우하는데 쌀 분말이나 탈지분유를 첨가하여 제조한 요구르트의 경우 lactic acid가 젖산균에 의해 생성되어 그 양이 현저하게 증가하였으며 본 실험의 요구르트에서도 주요한 유기산임을 알 수 있었다. 신선한 우유는 미량의 lactic acid를 함유하고 있으나 요구르트 제조 중 급격하게 증가하게 되는데 lactic acid는 제품의 보존성을 향상시키고 약간 상쾌한 신맛을 내면서 유해 미생물의 성장을 억제하는 작용이 있다. 또한 미세한 curd 입자들의 침전에 의한 유단백질의 소화력을 향상시키고 아울러 위 내용물의 배설을 촉진하고 칼슘, 인, 철의 이용을 향상시키고 동시에 위액의 분비를 촉진시키는 등 여러 가지 생리·생물학적 장점을 가지고 있다(김 등, 1979). 탈지분유를 6% 첨가

Table 6. Organic acid contents of yogurt added with rice or skim milk powder (unit : mM)

Sample*	Tartaric acid	Lactic acid	Acetic acid	Isobutyric acid
Control	0.22	147.88	-	13.32
RP 1	0.58	170.53	-	13.78
RP 2	0.55	171.53	-	20.67
RP 4	0.40	157.10	-	11.59
RP 6	0.37	168.09	-	14.67
SMP 1	0.28	160.34	-	14.20
SMP 2	0.30	184.63	-	15.61
SMP 4	0.38	203.32	-	17.06
SMP 6	0.41	115.23	-	18.46

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

* Samples is prepared from yogurt that has reached 1.0% titratable acidity.

한 시료를 제외하고는 쌀 분말과 탈지분유를 첨가한 시료 모두 대조구보다 lactic acid의 함량이 증가하였으므로 위와 같은 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

5. 탄수화물

쌀 분말과 탈지분유의 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트의 탄수화물을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 쌀 분말과 탈지분유를 첨가하여 제조한 요구르트는 배양이 완료된 직후(0시간)와 배양 후 산도가 1%에 도달하였을 때 시료를 취하여 lactose 함량의 변화와 galactose의 생성량을 측정하였다. Lactose의 가수분해율은 대조구에 함유되어 있는 lactose의 양에서 배양 후 산도가 1%에 도달하였을 때 측정된 lactose의 양을 감해서 얻어진 수치를 %로 환산하였다. Table 8에서 보는 바와 같이 배양 시간이 경과함에 따라 대조구를 비롯한 모든 시료에서 lactose가 감소하면서 단당류인 galactose가 생성되었고 glucose는 미량으로 측정이 불가능하였다. 배양 직후 쌀 분말을 첨가하여 제조한 요구르트는 쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 lactose의 함량이 감소하여 쌀 분말을 6% 첨가한 시료의 lactose 양이 3.40%로 가장 낮았으며 배양 후 산도가 1%에 도달하였을 때 측정된

lactose의 양도 가장 적었다. 따라서 lactose의 가수분해율은 쌀 분말을 6% 첨가한 시료가 55%로 가장 높았다. 탈지분유는 첨가량이 증가할수록 lactose의 함량이 증가하였으므로 배양 후 산도가 1%에 도달하였을 때 탈지분유 6%를 첨가한 시료의 가수분해율이 가장 낮았다. 그리고 탈지분유의 첨가량이 증가할수록 galactose의 함량도 증가하였다. 유당은 일부 사람들에게 소화 장애를 일으키는 유당불내증 증상을 유발한다. 이러한 사람들은 장내에 유당을 분해하는 효소가 부족하기 때문에 우유 섭취에 제한을 받는다. Alm(1982a)에 의하면 유제품 중 요구르트의 제조 및 저장과정에서 유당이 약 50% 정도 감소되기 때문에 유당불내증 환자가 요구르트 섭취 후에는 장내에서 문제를 일으키는 현상은 나타나지 않는다고 하였다. Kilara와 Shahani(1976)은 요구르트가 배양되는 동안 β -galactosidase 효소를 생산하는 미생물이 증가하고 이 효소는 미생물이 증식하면서 생산된다고 하였다.

6. 관능검사

쌀 분말과 탈지분유의 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트의 관능검사 결과는 Table 8와 같다. Table 8에서 보는 바와 같이 쌀 분말과

Table 7. Changes of carbohydrates during fermentation of yogurt added with rice and skim milk powder (unit: %)

Sample	Carbohydrates			
	Lactose		Rate of hydrolysis of Lactose	Galactose
	0 hr	TA*1.0%		
Control	5.55	3.62	34.77	0.84
RP 1	6.22	3.46	44.37	0.83
RP 2	5.35	3.34	37.57	0.81
RP 4	4.44	3.54	20.27	0.92
RP 6	3.40	1.53	55.00	0.86
SMP 1	6.59	3.69	44.01	0.76
SMP 2	7.13	4.04	43.34	0.89
SMP 4	7.56	5.05	33.20	1.03
SMP 6	10.42	7.40	28.98	1.27

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

* Samples is prepared from yogurt that has reached 1.0% titratable acidity.

Table 8. Sensory evaluation of yogurt added with rice and skim milk powder

Sample*	Color	Flavor	Sweet and sour taste	Texture	Overall acceptability
Control	4.29 ± 0.76 ^a	3.29 ± 0.76 ^a	3.14 ± 1.57 ^a	3.71 ± 0.76 ^a	3.29 ± 1.38 ^a
RP 1	4.43 ± 0.79 ^a	3.71 ± 0.76 ^a	3.29 ± 0.95 ^a	3.86 ± 0.90 ^a	3.43 ± 1.13 ^a
RP 2	4.29 ± 0.76 ^a	3.86 ± 0.76 ^a	3.57 ± 0.49 ^a	4.29 ± 0.79 ^a	3.57 ± 0.69 ^a
RP 4	4.29 ± 0.76 ^a	3.86 ± 0.90 ^a	3.57 ± 0.98 ^a	4.57 ± 0.76 ^a	4.00 ± 1.13 ^a
RP 6	4.14 ± 0.90 ^a	3.86 ± 0.90 ^a	3.86 ± 1.07 ^a	4.29 ± 0.53 ^a	3.57 ± 1.15 ^a
SMP 1	4.43 ± 0.79 ^a	3.29 ± 0.49 ^a	3.29 ± 0.95 ^a	4.29 ± 0.79 ^a	3.43 ± 1.13 ^a
SMP 2	4.14 ± 0.90 ^a	3.57 ± 0.79 ^a	3.86 ± 1.07 ^a	4.29 ± 0.49 ^a	3.57 ± 0.98 ^a
SMP 4	4.43 ± 0.98 ^a	3.57 ± 0.79 ^a	4.29 ± 1.11 ^a	4.43 ± 0.76 ^a	4.57 ± 0.79 ^a
SMP 6	4.29 ± 0.95 ^a	3.43 ± 0.79 ^a	3.57 ± 1.13 ^a	4.00 ± 1.15 ^a	3.57 ± 1.13 ^a
F-value	0.122	0.643	0.719	0.843	0.349

Values with different letters are significantly different(p<0.05).

RP 1~RP 6 : rice powder 1, 2, 4, 6%.

SMP 1~SMP 6 : skim milk powder 1, 2, 4, 6%.

* Samples is prepared from yogurt that has reached 1.0% titratable acidity.

탈지분유를 첨가한 시료 모두 각 항목별로 대조구와 또는 시료 간에 유의차가 나타나지 않았다. 색에 있어서는 쌀 분말을 1% 첨가한 시료와 탈지분유를 1%, 4% 첨가한 시료가 가장 높은 값을 나타내었다. 풍미는 쌀 분말과 탈지분유 첨가에 따르는 이향(off flavor)의 유무 및 전체적인 맛을 평가하도록 하였는데 쌀 분말을 첨가한 시료가 첨가량에 관계없이 대조구나 탈지분유를 첨가한 시료들보다 높은 값을 나타내었다. Kroger(1976)와 Barnes 등(1991)은 요구르트의 품질이 소비자의 기호성과 밀접한 관련을 가지고 있으며 그 기호성을 결정하는 가장 중요한 관능적 특성은 단맛과 신맛의 조화라고 하였다. 관능검사 결과 단맛과 신맛의 조화에 있어서는 탈지분유를 4% 첨가한 시료가 가장 높은 값을 나타내었으나 유의차는 없었다. 조직감에 있어서는 쌀을 4% 첨가한 시료가 가장 높은 값을 나타내었다. 전체적인 기호도에 있어서도 탈지분유를 4% 첨가한 시료가 가장 높았는데 그 이유는 전체적인 기호도가 조직감보다 맛에 의하여 더 큰 영향을 받기 때문이라고 판단되었다. 본 실험에서는 색, 풍미, 단맛과 신맛의 조화, 조직감 및 전체적인 기호도와 같은 모든 항목에서 시료 간에 유의차가 나타나지 않아 쌀 분말을 첨가한 시료가 탈지분유를 첨가한 시료보다 관능성이 떨어진다는 효과 고

(1991)의 결과와 일치하지 않았다. 또한 쌀 분말을 첨가하여 요구르트를 제조할 경우 쌀 분말 첨가 및 첨가량에 따른 색, 풍미, 단맛과 신맛의 조화, 조직감, 전체적인 기호도와 같은 관능적인 차이점을 느끼지 않을 것으로 생각되었다.

IV 요약

본 연구는 상업용 혼합균주인 *L. delbrueckii* ssp. *bulgricus*와 *S. salivarius* ssp. *thermophilus*를 사용하여 쌀 분말과 탈지분유의 첨가량을 달리 하여 요구르트를 제조한 후 배양 시간의 경과에 따른 pH와 산도, 젖산균 수, 점도, 유기산, 탄수화물의 종류와 함량 및 관능성을 측정하여 최적의 기질로 사용할 수 있는 쌀 분말과 탈지분유의 적정 첨가량을 선정하였다. 대조구는 배양 10시간째 요구르트의 적정 pH인 4.5에 도달하였으나 쌀 분말을 4%, 6% 첨가한 시료는 배양 6시간째, 탈지분유를 첨가한 시료는 첨가량에 관계없이 배양 8시간째 적정 산도에 도달하였다. 산도는 대조구의 경우 배양 4시간째 적정 산도인 1.0에 도달하였으나 쌀 분말과 탈지분유를 첨가한 시료는 첨가량에 관계없이 배양 4시간째 적정 산도를 초과하였다. 쌀 분말을 4% 첨가한 시료와 탈지분유를 4%, 6% 첨가한 시료는 배양 4시간째에 젖산균의 수가 가

장 많이 증가하였다. 점도는 쌀 분말의 경우 4% 이상 첨가하면 casein이 커드 형성에 영향을 받는 것으로 나타났다. 탈지분유를 6% 첨가한 시료를 제외하고는 모두 대조구보다 lactic acid의 함량이 증가하였으며 쌀 분말을 4% 첨가한 시료에서 galactose가 가장 많이 생성되었다. 관능검사는 각 항목별로 시료 간에 통계적인 유의차는 없었으나 색과 맛, 전체적인 기호도에 있어서 탈지분유를 4% 첨가한 시료가 가장 높은 값을 나타내었으며 풍미와 조직감에 있어서는 쌀 분말을 4% 첨가한 시료가 가장 높은 값을 나타내었다. 따라서 본 실험에서는 쌀 분말과 탈지분유의 최적 첨가량은 각각 4%로 나타났다.

V. 인 용 문 헌

- Alm, L. 1982a. Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individuals. *J. Dairy Sci.* 65:346-352.
- Barnes, D. L., Harper, S. J., Bodyfelt, F. W. and Mcdaniel, M. R. 1991. Correlation of descriptive and consumer panel flavor ratings for commercial prestirred strawberry and lemon yogurts. *J. Dairy Sci.* 74:2089-2099.
- Brock, T. D. and Madigan, M. T. 1991. *Biology of Microorganism*. Prentice-Hall, New Jersey, p771.
- Cheng, Y. J., Thompson, L. D. and Brittin, H. C. 1990. Sogurt, a yogurt-like soybean product: Development and properties. *J. Food Sci.* 55:1178-1179.
- Deeth, H. C. and Tamine, A. Y. 1981. Yogurt: Nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Protection.* 44:78-86.
- Jeon, F. M., Galitzer, S. J. and Hennessy, K. J. 1984. Rapid determination of lactose and its hydrolysates in whey and whey permeate by high performance liquid chromatography. *J. Dairy Sci.* 67:884-887.
- Kilara, A. and Shahani, K. M. 1976. Lactase activity of cultured and acidified dairy products. *J. Dairy Sci.* 61:2031-2035.
- Kroger, M. 1976. Quality of yogurt. *J. Dairy Sci.* 59:344-350.
- Saidi, B. and Warthesen, J. J. 1989. Analysis and stability of orotic acid in milk. *J. dairy Sci.* 72: 2900-2905.
- Tamine, A. Y. and Robinson, R. K. 1985. *Yogurt: Science and Technology*. Pergamon Press Ltd. England.
- 고영태, 김영배, 백정기. 1984. 대두 요구르트의 제조에 관한 연구-탈지 대두로 제조된 유산균 음료의 저장성. *한국농화학회지.* 27:163-168.
- 김경희, 고영태. 1993. 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조. *한국식품과학회지.* 25:130-135.
- 김문숙, 안은숙, 신동화. 1993. 팽화미의 첨가 요구르트 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지.* 25:258-263.
- 김종우. 1996. 인삼을 첨가 제조한 액상 요구르트의 특성에 관한 연구. *충남대학교 농업과학연구.* 23:219-226.
- 김혜경, 2001. 오디 첨가 요구르트의 발효특성에 관한 연구. *충남대학교 석사학위 논문.*
- 김혜정, 고영태. 1990. 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 22:700-706.
- 농촌진흥청 농촌영양개선연수원. 1991. *식품성분표.* p12.
- 목철균, 남영중, 김영진, 김남수, 권대영, 남영중. 1991. 쌀의 젖산발효 중 전분 가수분해효소 처리에 의한 품질향상. *한국식품과학회지.* 23:739-744.
- 박동준. 1994. 탈지유와 두유를 이용한 요구르트 제조조건의 최적화. *고려대학교 박사학위 논문.*
- 백지혜, 고영태. 1992. 쌀의 저장기간이 쌀 첨가 요구르트의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지.* 24:470-476.
- 식품공전. 1994. *한국식품공업협회.* 서울.
- 신용서, 이갑상, 김동한. 1993. 고구마와 호박을 첨가한 요구르트의 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 25:666-671.
- 신용서, 성현주, 김동한, 이갑상. 1994. 감자를 첨가한 요구르트 제조와 특성. *한국식품과학회지.* 26:266-271.
- 엄성신, 유지창, 고영태. 1993. 전분의 첨가가 호상 요구르트에서 젖산균의 산 생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지.* 25:747-752.
- 유지창, 임숙자, 고영태, 1984. 농축대두단백을 이용한 요구르트 제조, *한국식품과학회지.* 16:143-148.
- 이성갑, 김기철. 1988. *Lactobacillus acidophilus*에 의한 보리당화액의 젖산 발효. *한국농화학회지.* 31:255-260.
- 이신구. 1983. *우유 및 유제품 검사.* 선진문화사. 서울.
- 홍외숙, 고영태. 1991. 우유와 쌀을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지.* 23: 587-592.

(접수일자 : 2004. 5. 31. / 채택일자 : 2004. 8. 4.)