

미강 첨가 요구르트의 발효 특성

이혜정 · 박희옥 · 이제만¹
가천의과학대학교 식품영양학과, ¹인천보건환경연구원

Fermentation Properties of Yogurt Added with Rice bran

Hye-Jeong Lee, Hee-Ok Pak, Je-Man Lee¹
Dept. of Food and Nutrition, Gachon Univ. of Medicine and Science
¹Institute of Health and Environment, Incheon Metropolitan City

Abstract

To strengthen the usage of rice bran, the yogurt containing skim milk powder and rice bran was fermented by *Streptococcus thermophilus*. Control group was yogurt containing only skim milk 15.4% and experimental groups were replaced the part of skim milk, 1%, 2%, 4%, 6% and 8%, by rice bran. The amount of lactic acid and tartaric acid were increased according to the amount of rice bran during fermentation and the viscosity was also increased, too. The more the addition of rice bran to yogurt was increased, the more the sensory properties, such as fragrance, texture and overall preference were reduced. This experiment suggest that it's desirable to add rice bran 1% or less than 2% to the yogurt and further research for the selection of lactic acid bacteria and for adequate proportion of skim milk powder and rice bran is needed.

Key words : rice bran, lactic acid bacteria, lactic acid, *Streptococcus thermophilus*, titratable acidity

1. 서 론

미강은 단백질 12~16%, 식이섬유 20~25%, 지질 16~22% 함유되어 있는 단백질과 지질 그리고 식이섬유가 풍부한 식소재이다(한국식품개발원 2003). 미강의 유지를 구성하는 지방산이 올레산 43.8%, 리놀레산 34.0%, 팔미트산 16.4%로 구성되어(윤석권 등, 2004) 있어 매우 우수하고, 가용성 단백질의 가수분해물은 혈압상승 관련 효소인 angiotensin converting enzyme의 활성 억제 효과가 있으며, 또한 다당류 성분인 arabinoxylan은 면역 활성이 있다(한국식품개발원 1995)고 한다. Lee KY 등은(2001) 흑진주벼 미강의 물 추출물이

angiotensin converting enzyme 저해 활성, 혈전용해 활성과 tyrosinase 저해 활성이 높았으며, 항산화 성분인 폴리페놀함량이 백미에 비해 미강에 월등히 높았다고 하였다. 이외에도 미강은 전자 공여효과, SOD 유사 활성효과, 과산화지질 생성억제효과, 콜레스테롤 감소효과, 간장 중의 지질축적 감소효과 등이 있다(한국식품개발원 1995)고 한다.

미강에는 특수성분으로 tocotrienols, oryzanols, beta-sitosterol, hemicellulose, beta-glucan 등이 함유되어 있다(Park KY 등, 2004). Park KY 등(2003)은 쌀 도정을 6.4%의 미강에 tocotrienol이, 그리고 도정을 8.0%에는 tocopherol의 함량이 가장 높았으며, 수용성 섬유소가 혈청 중의 LDL 콜레스테롤 수준 저하효과도 있다고 보고하였다.

이와 같이 영양학적으로 우수하고 또 특수성분들이 함유된 미강의 연간생산량은 35,000톤에 달하는 데 이 중에서 30% 정도가 미강유 제조에 사용되고 나머지 70%는 사료나 비료 등의 물질로 이용되거나 농산 폐

Corresponding author : Hye-Jeong Lee, Dept of Food & Nutrition,
Gachon University of Medicine and Science, 534-2, Yeonsu-dong,
Yongsu-gu, Incheon, Korea
Tel : 032-820-4232
Fax :
E-mail: hjlee@gachon.ac.kr

기물로 처리되고 있다. 따라서 이러한 미강의 산업적인 활용을 위해 식초 제조와 버섯의 배지로, 미강의 미생물 발효액을 피부 보습용 화장품 및 입욕제로, 액화효소 및 당화효소로 처리한 후 효모로 발효시켜 얻은 미강발효엑기스로, 주방세제로의 이용 등에 관한 연구 등이 있다(한국식품개발원 1995). 미강의 식품가공에의 이용은 미강을 20% 첨가하여 제조한 쿠키와 30% 첨가하여 제조한 시리얼 등이 있으나 미생물을 이용한 발효식품에 관한 연구는 거의 없는 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 미강의 식품 소재로의 활용을 높이기 위해 미강을 첨가한 요구르트를 제조하여 발효특성과 저장 기간 중의 품질변화 등을 연구하고자 한다.

II. 실험방법

1. 요구르트의 제조

1) 공시균주

미강요구르트 제조를 위해 사용된 균주로는 *Bifidobacterium infantis*(CHR HANSEN), *Streptococcus thermophilus*(Mishawaka, IN46545 USA), *Lactobacillus acidophilus*(CHR HANSEN)를 사용하였다.

2) 요구르트 재료

서울 우유에서 생산하는 탈지분유를 증류수에 용해하여 사용하였으며, 미강은 농협 하나로 마트에서 현미(임금님표, 이천)를 구입하여 도정기로 9 분도(도정율 7.2%)로 도정한 미강을 취하여 Seive Shaker(RO-TAP Sieve Shaker, J893)를 이용하여 100mesh 체를 통과한 분말을 사용하였다.

3) 수분함량 측정

수분 함량의 측정은 상압건조법으로 측정하였다(한국식품공업협회, 1994).

4) 요구르트의 제조

미강요구르트 제조를 위한 최적의 균주를 선정하기 위해 탈지분유 13.4%와 미강 2% 혼합액에 3종의 균주를 각각 접종하여 발효시킨 요구르트를 평가한 결과 *Bifidobacterium infantis*와 *Lactobacillus acidophilus* 두 균주는 점도의 형성이 부족하여, 커드 상태가 가장 양호한 *Streptococcus thermophilus*를 실험 균주로 선정하

였다. 미강분말과 탈지분유의 최적 첨가량을 결정하기 위해 미강과 탈지분유의 수분이 각각 8%, 10%임을 고려하여 탈지분유 15.4% 첨가균을 대조균으로 하고, 탈지분유를 미강으로 1%, 2%, 4%, 6%, 8%를 대체한 것을 실험균으로 하였다. 대조균과 5종의 5개의 실험균을 92℃에서 10분간 가열살균 후 냉각하고 각각에 *Streptococcus thermophilus*를 0.0004% 비율로 접종하여 38℃에서 8시간 배양하면서 2시간 간격으로 시료를 채취하여 pH, 젖산균수를 측정하였다.

2. 요구르트의 분석

1) pH 및 산도 측정

요구르트의 pH는 pH meter(Orion 720A, Japan)로 측정하였으며, 산도는 요구르트 1 mL에 증류수 30 mL를 가한 후 0.01N NaOH로 pH 8.3까지 적정하여 젖산으로 환산하였다.

2) 젖산균수 측정

젖산균수는 요구르트 1 mL를 1% 식염수으로 적정 비율로 희석하여 젖산균 배지 BCP plate count agar(Eiken Chemical Co., Ltd.)에 접종한 후 표준 평판법으로 37℃에서 48시간 배양했을 때 나타난 colony 수를 CFU(colony forming unit/mL)로 나타내었다.

3) 점도

미강 첨가 요구르트의 저장중의 점도는 산도가 1.0%에 도달하였을 때 0℃ 냉장고에서 24시간 냉각하여 미생물의 활동을 중지시키고, 냉장 보관하면서 2일마다 60mL를 취한 뒤, Brookfield viscometer(model DV-E) NO. 5 spindle를 사용하여 60 rpm에서 1분 경과 후 점도를 측정하였다.

4) 유기산

유기산 분석은 시료 5 g을 채취하여 12% TCA 용액을 1 µL 첨가하고 5,000 rpm에서 5분간 원심분리하여 상층액을 회수하였다. 회수된 상층액은 다시 0.2 µL membrane filter(Sartorius AG, Germany)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 유기산 분석 column은 Nova-Pak®C₁₈(3.9×150 mm, Waters, USA)를 사용하였으며 온도는 40℃를 유지하였다. 검출은 UV-Vis detector(Varian, Model 310, USA)를 사용하여 210 nm에서 측정하였고

이동상 및 유속 조건은 Table 1과 같았다. 시험에 사용된 유기산 표준물질은 Sigma-Aldrich Co.에서 구입하여 분석에 사용하였다.

5) 색도

요구르트의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 0℃에서 24 시간 냉장 한 후, 냉장 보관하면서 저장중의 색도의 변화를 Color and color difference meter(Konica Minolta Spectrophotometer CM-3500d, Japan)로 표면색도 값인 L(lightness), a(redness), b(yellowness)를 측정하였다. 각기 시료들의 측정일의 초기값은 L 22.49, a 1.09, b 31.38이었다.

6) 관능검사

요구르트의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 0℃에서 24 시간 냉장한 후 냉장 보관하면서, 가천길대학 식품영양과 학생 10명의 훈련된 패널에게 색, 맛, 방향, 조적감 및 전체적인 기호도를 항목으로 하여 5점 평가법

으로 관능검사를 실시하였다. 각각의 평가항목에 대한 5점 평가는 "1: 대단히 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 대단히 좋다"로 표시하도록 하였다.

7) 통계 처리

SAS 8.0을 사용하여 미강 요구르트의 점도 및 관능적인 특성을 Duncan's multiple range test로 유의 수준 5% ($p < 0.05$)에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 적정산도의 변화

탈지분유 일부를 미강으로 대체한 요구르트의 배양 시간에 따른 pH의 변화는 Table 2와 같았다. 요구르트의 적정 pH인 4.5에 도달하는 시간이 탈지분유만을 사용한 대조군이 6시간 소요된 반면, 미강을 1%와 2% 첨가한 실험군은 4시간이 소요되었다. 그러나 미강 6% 첨가군은 배양을 시작하자 이미 pH 4.5이었으며,

Table 1. Operating conditions for HPLC analysis

	Tartaric acid	Lactic acid	Acetic acid	Isobutyric acid
Column	C18, varian	C18, varian	C18, varian	C18, varian
Mobile phase	0.1M ADP ⁺ +PA ⁺ (pH2.5)	0.1M ADP ⁺ +PA ⁺ (pH2.5)	0.1M ADP ⁺ +PA ⁺ (pH2.5)	0.02M ADP ⁺ +PA ⁺ (pH2.5):MeOH 60:40
Flow rate	1.5	1.0	1.0	1.0
Temperature(℃)	40	40	40	40
Detector	UV detector(210nm)	UV detector(210nm)	UV detector(210nm)	UV detector(210nm)
Injection vol(μL)	10	10	10	10

ADP = ammonium dihydrogen phosphate,

PA = phosphoric acid

Table 2. Changes of pH and titratable acidity of yogurt with skim milk powder and rice bran during fermentation

Samples		Incubation Time(hrs)				
		0	2	4	6	8
pH	Control	5.95	5.16	4.67	4.47	4.36
	S1	5.03	4.66	4.49	4.41	4.40
	S2	5.01	4.54	4.45	4.41	4.40
	S3	4.61	4.35	4.33	4.26	4.24
	S4	4.49	4.44	4.31	4.24	4.20
	S5	4.26	4.19	4.18	4.11	4.06
Titra-table acidity (%)	Control	0.61	0.78	1.25	1.30	1.35
	S1	0.85	0.91	1.19	1.20	1.22
	S2	0.87	0.89	0.97	1.25	1.53
	S3	1.20	1.39	1.57	1.72	1.83
	S4	1.50	1.64	1.67	1.78	1.83
	S5	1.65	1.72	1.89	1.92	2.06

1. Control: skim milk powder 15.4%

2. S1~S5; yogurt replaced the part of skim milk, 1%, 2%, 4%, 6% and 8% by rice bran, respectively

8% 첨가군은 pH 4.5 이하이었다. 배양 8시간이 되자 미강을 1%와 2% 첨가한 실험군은 pH 4.4를, 4%와 6% 첨가한 실험군은 pH 4.2를, 그리고 8% 첨가한 실험군은 pH 4.1이 되어 미강을 4%, 6%, 8% 첨가한 실험군들이 대조군보다 산생성이 빠른 것을 알 수 있었다.

Paik SH 등(2004)도 탈지분유에 4%의 쌀분말을 첨가하여 제조한 요구르트가 pH 4.5에 도달하는 데 8시간이 소요되어, 탈지분유만으로 제조한 대조군의 10시간 소요에 비하여 산생성 속도가 빨랐다고 하였다. Shin YS 등(1994)은 감자를 첨가한 요구르트에서 pH가 6시간까지는 급격히 떨어지고 그 후에 완만한 저하를 보였는데, 감자 첨가량이 증가할수록 탈지분유만으로 제조한 대조군에 비해 초기의 pH의 감소가 심했다고 하여 본 실험의 미강을 첨가한 결과와 유사하였다. Kim KH와 Ko YT(1993)는 쌀, 보리, 밀, 옥수수과 탈지분유를 첨가한 요구르트 제조에서 균주에 따라 다소 차이가 있지만 곡류 첨가군의 pH가 탈지분유만으로 제조한 요구르트보다 다소 낮은 경향을 보였다고 하였다. Paik JH와 Ko YT(1992)도 우유 2%에 탈지분유로 제조한 요구르트에 비해 우유에 쌀을 첨가한 경우 pH가 낮았다고 하고 곡류나, 쌀 등의 첨가는 젖산균의 산생성을 촉진하는 반면 탈지분유는 여기에 함유된 인산염, 단백질 등의 pH 완충 작용에 기인한 것으로 보인다고 하였다.

요구르트에서 젖산 생성정도가 요구르트의 품질검사에 널리 이용되고 있는데 Paik SH 등(2004)과 Lee IS와 Paek KY(2003)은 요구르트의 산도가 1.0~1.1%일 때 가장 좋은 품질을 나타낸다고 하였다. 본 실험의 요구르트 산도는 Table 2와 같이 대조군을 비롯한 실험군 모두 배양 시간이 경과할수록 산도가 점점 증가하였고, 미강 1%와 2% 첨가한 실험군은 배양 4시간째에 산도가 급격하게 증가하여 적정 산도인 1%를 초과하였고, 미강 4%, 6%, 8%의 첨가 실험군은 배양 초기부터 순서대로 1.20, 1.50, 1.65로 아주 높은 산도를 보여 주었다. 우유에 탈지분유나 쌀을 첨가하면 젖산균에 의한 산 생성이 촉진되었다고 하였는데(Kim KH와 Ko YT, 1993), 쌀 종류 중 현미를 첨가할 때 산생성이 가장 현저하다고 하였다(Paik JH와 Ko YT, 1992). Shin YS 등(1994)도 감자 첨가 요구르트는 적정 산도인 1.0~1.1%보다는 높은 편이라 하였다.

이상의 연구결과들을 볼 때 우유나 탈지분유에 곡류나 감자 등을 첨가하여 제조한 요구르트의 경우 우유나 탈지분유 단독으로 제조한 경우보다 산도가 높은 것은 젖산균의 생합성에 필요한 영양소의 함량이 증가하여 산생성이 촉진되어 산도가 높아진 것으로 생각된다. Kim HJ와 Ko YT(1990)은 *L. casei*를 균주로 사용했을 때 탈지분유에 분리대두단백질을 첨가했을 때도 산도가 높았다고 하였다.

2. 젖산균수

미강을 탈지분유에 첨가하여 제조한 요구르트의 배양 시간 경과에 따른 젖산균 수의 변화는 Table 3과 같았다. 대조군을 포함한 전 실험군의 젖산균 수는 증가했다 감소하기도 하고 감소했다 증가하기도 하였으며 또 계속 감소하기도 하는 등 일정한 경향을 보이지 않았으나 젖산균 수가 10^{11} ~ 10^{15} CFU/ml사이로 존재하였다. 전반적으로 모든 실험군들에 있어서 젖산균수는 큰 변화는 없었으나 산 생성은 증가하였다. 이 같은 현상은 젖산균이 지속적으로 존재하므로 산생성이 계속되어 축적되기 때문으로 생각된다.

Paik SH 등(2004)은 쌀가루와 탈지분유를 첨가한 요구르트에서 쌀가루 6%와 탈지분유 1~2% 첨가한 시료가 8시간 배양 후 젖산균의 수가 가장 많이 증가하였다고 하였고, Lee IS와 Paek KY(2003)의 인삼 요구르트의 경우 젖산균수가 접종 12시간 후 급격한 증가를 보이다가 30시간에서는 큰 변화가 없었다고 한 결과들은 본 실험과는 양상이 달랐다. 그러나 호상 요구르트의 젖산균수를 10^8 CFU/mL 이상으로 규정하고 있는 한국식품공업협회(1994)의 규정에 본 실험의 모든 실험군들의 젖산균수는 모두 부합하였다.

Table 3. Changes of viable cell count of yogurt prepared with skim milk powder and rice bran during fermentation (unit: CFU/mL)

Samples	Incubation Time(hrs)				
	0	2	4	6	8
Control	33×10^{15}	30×10^{10}	27×10^{14}	36×10^{15}	37×10^{15}
S1	41×10^{15}	61×10^{14}	49×10^{13}	57×10^{11}	69×10^{10}
S2	40×10^{12}	91×10^{12}	17×10^{14}	92×10^{14}	89×10^{11}
S3	10×10^{14}	67×10^{14}	35×10^{15}	74×10^{13}	96×10^{12}
S4	46×10^{14}	14×10^{13}	19×10^{12}	20×10^{11}	74×10^{12}
S5	88×10^{14}	77×10^{14}	18×10^{12}	27×10^{11}	14×10^{14}

Control, S1~S2: Refer to the comment in Table 2.

3. 미강 첨가에 따른 발효 중 요구르트 점도의 변화

미강과 탈지분유를 첨가한 요구르트의 점도는 산도 1.0%에 도달하였을 때 냉장 한 후 냉장 온도에서 8일간 저장하면서 측정된 결과는 Table 4와 같았다. 제조 당일에는 대조군이 12.57 ± 0.31 로 가장 낮았으며 미강 1% 첨가군이 17.03 ± 4.92 , 2% 첨가군 18.67 ± 0.29 , 4% 첨가군 22.10 ± 4.43 , 6% 첨가군 24.87 ± 1.42 , 8% 첨가군 25.90 ± 2.21 로 미강 첨가량이 증가함에 따라 점도가 높아지는 경향을 보여주었다. 저장 중에는 대조군을 비롯한 모든 실험군이 저장기간이 길어짐에 따라 점도가 높아졌는데 저장 8일 후에도 대조군이 15.37 ± 0.51 로 여전히 가장 낮았으며 미강 1% 와 2% 첨가군이 각각 34.77 ± 2.50 과 33.20 ± 0.40 으로 가장 높았다.

요구르트에 쌀(Paik SH 등, 2004, Paik JH와 Ko YT, 1992), 탈지분유(Paik SH 등, 2004, Paik JH와 Ko YT, 1992, Kim KH와 Ko YT, 1992), 전분(Um SS 등, 1993), 옥수수(Kim KH와 Ko YT 1992), 감자(Shin YS 등, 1994)와 팥화미(Kim MS 등, 1993) 등을 첨가하였을 때 점도가 증가되었다는 연구들은 본 연구의 미강 첨가요구르트와 그 결과가 유사하였다. 결국 요구르트에 곡류를 첨가하면 점도가 증가한다고 할 수 있을 것이다.

4. 유기산

미강 첨가량을 달리한 요구르트의 산도가 1%에 도달하였을 때의 유기산을 HPLC로 분석한 결과는 Table 5와 같았다. 미강첨가 요구르트의 주석산, 젖산, 이소부티르산의 함량이 대조군보다 높게 나타났으나 초산은 대조군을 포함하여 전 실험군에서 모두 나타나지 않았다. 주석산은 미강의 첨가량을 증가하였을 때 증가하는 경향을 보였는데 이러한 결과는 Paik SH 등 (2004)이 탈지분유 와 곡류를 첨가한 요구르트에서 곡류의 첨가량이 증가할수록 주석산의 함량이 높았다는 보고와 일치하였다. 젖산도 미강 첨가군들이 대조군에 비해 높았는데 특별히 8%의 미강을 첨가한 실험군의 경우 대조군에 비해 1.45배 높았다.

이와 같은 결과는 요구르트에 현미를 첨가한 경우 (Paik JH와 Ko, 1992)와 탈지분유 4% 와 곡류 4% 첨가한 경우(Paik SH 등, 2004)에 젖산함량이 우유만으로 제조한 대조군에 비해 높았다는 실험결과와 유사하였다. 이소부티르산은 대조군에서는 나타나지 않았으나 미강을 첨가한 경우 나타나기도 하고 나타나지 않기도 하여 일정한 결과를 보이지 않았다.

유기산은 요구르트의 향미와 관련이 있는데 모든 요구르트에서 젖산의 양이 다른 유기산에 비해 현저하게 높아 요구르트의 주요한 유기산임을 더욱 확신할 수 있었

Table 4. Viscosity of yogurt with skim milk powder and rice bran during fermentation (cP)

Samples	Storage periods(days)				
	0	2	4	6	8
Control	12.57 ± 0.31^b	25.23 ± 3.40^a	12.37 ± 0.5^b	14.67 ± 5.26^b	15.37 ± 0.51^b
S1	17.03 ± 4.92^c	19.30 ± 4.11^b	22.67 ± 7.69^b	32.30 ± 4.95^a	34.77 ± 2.50^a
S2	18.67 ± 0.29^c	22.50 ± 0.46^b	23.27 ± 1.33^a	28.97 ± 4.34^a	33.20 ± 0.40^a
S3	22.10 ± 4.43^{ab}	22.33 ± 0.70^b	24.40 ± 0.35^a	25.47 ± 3.97^a	25.60 ± 0.20^a
S4	24.87 ± 1.42^b	24.67 ± 0.21^a	25.00 ± 2.80^b	25.53 ± 0.8^a	25.97 ± 0.31^a
S5	25.90 ± 2.21^b	26.80 ± 2.37^b	28.93 ± 4.35^{ab}	30.20 ± 2.88^a	30.31 ± 1.87^a

1. Control, S1~S2: Refer to the comment in Table 2.

2. Superscript with the same letter in horizontal column is not significantly different($p < 0.05$)

Table 5. Organic acid contents of yogurt with skim milk powder and rice bran at 1% titratable acidity (unit: mM)

Sample	Tartaric acid	Lactic acid	Acetic acid	Isobutyric acid
Control	15.01	286.6	-	-
S1	22.8	361.7	-	32.7
S2	23.3	299.9	-	6.7
S3	19.3	326.0	-	4.9
S4	21.8	391.2	-	-
S5	19.3	415.6	-	34.1

Control. S1~S2: Refer to the comment in Table 2.

다. 젖산은 신선한 우유에는 미량 함유되어 있으나 요구르트 제조 중 급격하게 증가하게 되는데, 이 유기산이 요구르트의 보존성을 향상시키고 약간 상쾌한 신맛을 내면서 유해 미생물의 성장을 억제하는 작용이 있고, 또 우유단백질의 소화를 증진시키고, 칼슘, 인, 철의 이용률을 높임과 동시에 위액의 분비를 촉진시키는 등 여러 가지의 생리적 장점을 가지고 있다. 따라서 본 실험 결과 미강을 요구르트에 첨가하면 젖산 함량을 증가시켜 위와 같은 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

5. 색도

미강 첨가량을 달리한 요구르트의 저장기간 중의 색도 변화를 측정한 결과 Table 6과 같았다. 전반적으로 미강을 요구르트에 첨가하였을 때 밝기의 L값과 노란색의 b값은 현저히 낮아졌고 붉은색을 나타내는 a값은 오히려 높아졌다. 저장기간 증가에 따른 색도의 변화는 실험군들 간에 다소간 차이가 있었으나 저장기간에 따른 뚜렷한 변화는 없었다.

6. 관능검사

미강 첨가량을 달리하여 제조한 요구르트의 관능검

사 결과는 Table 7과 같았다. 미강을 첨가한 실험군 모두 각 항목별로 대조군과 유의차가 있었다. 요구르트의 색과 맛은 2% 첨가군이 가장 좋다고 하였고, 다음으로는 8%, 4%, 6%, 첨가군 순으로 좋다고 하였으며 대조군이 두 항목 모두 가장 나쁘다고 하여 색은 탈지분유에 미강 첨가가 요구르트에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 방향은 대조군이 가장 높았으며 미강의 첨가비율이 높아질수록 부정적인 반응으로 나타났다. 조직감은 미강 1% 첨가군이 유의적으로 가장 높게 나타났으나 나머지 미강첨가 요구르트의 조직감은 대조군보다 나쁘다고 하였다. 이상의 항목들을 전반적으로 볼 수 있는 전반적인 선호도는 방향과 조직감의 관능검사 유형과 유사하게 나타나 대조군이 가장 좋고 미강의 첨가비율이 높아질수록 나쁘다고 하였다. 결국 요구르트의 전반적인 선호도는 방향과 조직감의 영향을 가장 많이 받는다고 볼 수 있었는데 미강의 첨가는 색과 맛을 상승시키나 전반적인 요구르트의 선호도를 높일 수는 없었다. 그러나 미강을 1% 정도 첨가하는 것은 미강의 좋은 점을 요구르트에 이용하는데 가능할 것으로 보였다.

Table 6. Hunter color values of with skim milk powder and rice bran during fermentation

Samples	Hunter's value														
	storages days														
	L					a					b				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
Control	22.4	23.0	27.5	22.7	28.5	1.09	1.0	-0.8	-0.8	-1.0	31.4	31.1	30.3	29.6	29.5
S1	4.2	4.8	8.6	10.3	7.6	7.7	8.7	10.7	10.3	10.9	6.1	7.2	13.1	15.8	11.8
S2	6.1	2.1	3.7	4	4.0	13.3	4.7	7.5	7.8	8.2	10	3.0	5.5	6.0	6.2
S3	6.8	6.6	12.3	9.9	6.2	11.6	12.0	11.0	12.0	11.6	10.4	10.2	19.0	15.5	9.6
S4	4.3	4.9	5.1	5.3	4.6	8.8	10.4	10.3	11.2	9.9	6.3	7.6	7.8	8.1	7.1
S5	4.3	4.1	6.2	2.3	3.6	9.2	9.5	12.1	5.0	7.6	6.6	6.5	9.7	3.0	5.34

Control, S1~S2: Refer to the comment in Table 2.

Table 7. Sensory scores of the yogurt with skim milk powder and rice bran during fermentation

Samples	Organoleptic factor				
	Color	Taste	Fragrance	Texture	Overall preference
Control	1.0±0.00 ^d	1.6±1.26 ^c	3.5±0.97 ^a	4.0±0.00 ^b	4.9±0.32 ^a
S1	2.2±0.42 ^c	2.1±1.10 ^c	3.1±0.57 ^{ab}	4.8±0.42 ^a	3.2±0.92 ^b
S2	3.9±0.74 ^a	4.4±0.84 ^a	2.4±1.51 ^b	2.9±0.32 ^c	2.2±1.32 ^c
S3	2.8±0.79 ^b	3.0±0.00 ^b	1.3±0.67 ^c	2.1±0.57 ^d	1.9±0.74 ^{cd}
S4	2.8±0.63 ^b	3.3±1.16 ^b	2.2±0.92 ^b	1.5±0.53 ^e	1.4±0.52 ^d
S5	3.2±0.79 ^b	3.9±0.88 ^{ab}	2.5±0.71 ^b	1.2±0.42 ^e	1.6±0.52 ^{cd}

1. Control. S1~S2: Refer to the comment in Table 2.

2. Superscript with the same letter in vertical column of each samples are not significantly different($p<0.05$)

IV. 요 약

본 연구는 미강을 발효식품에 이용하고자 상업용 균주인 *Streptococcus thermophilus*를 이용하여 탈지분유와 미강으로 요구르트를 제조하고 발효시간 경과에 따라 pH와 산도, 젖산균수, 점도, 유기산의 측정과 관능평가를 측정하였다. 대조균인 탈지분유로 만든 요구르트는 6시간 배양시에 pH 4.5에 도달하였으나 미강첨가 요구르트는 대조균에 비해 pH가 빠르게 낮아졌는데 첨가량이 증가할수록 더욱 빠르게 낮아졌다. 산도의 경우 대조균은 배양 4시간이 되자 적정산도인 1.0%에 도달하였으나 미강을 첨가한 경우 1%, 2% 첨가균은 대조균과 같이 배양 4 시간이 소요되었고, 4%, 6%, 8% 첨가균은 배양 초기부터 적정 산도인 1.0%를 초과하였다. 젖산균 수는 대조균과 실험군 모두 배양 8시간동안 뚜렷한 경향없이 $10^{11} \sim 10^{15}$ CFU/ml사이로 존재하였다. 점도는 대조균이 가장 낮았고, 미강 첨가량이 증가할수록 높았으며, 저장기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 주석산과 젖산 함량이 대조균보다 미강 첨가균들이 대체로 높았으며 대조균에 보이지 않던 이소부티르산이 나타나기도 하였다. 색도의 경우 L 값과 b값이 대조균이 전 저장 시간동안 높았으나 a값은 낮았다. 관능검사에서 전반적인 기호도는 대조균이 가장 높았고 미강첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 색, 향은 2% 미강첨가균이 가장 높다고 하였으나 미강 첨가량이 증가할수록 전반적인 기호도는 점점 감소하였다. 이와 같은 실험결과 미강은 요구르트에 1% 이하로 첨가하는 것이 바람직하며 요구르트의 원료로 사용하기 위해서는 젖산균의 선정 및 요구르트 원료의 적절한 배합 등에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 참고문헌

윤석권, 오훈일, 이형주, 문태화, 노봉수. 식품화학, 수화사, 2004

- 한국식품개발연구원, 2003, 미강발효액의 생리활성 및 실용화 보고서
- 한국식품개발연구원. 1995. 미강을 활용한 건강 편의 식품의 개발 연구 보고서
- 한국식품공업협회. 식품공전, 서울, 1994.
- Kim HJ, Ko YT. 1990. Study on preparation of yogurt from milk and soy protein, Korean J. Food Sci. Technol. 22(6):700-706
- Kim KH, Ko YT. 1993. The preparation of yogurt from milk and cereals, Korean J. Food Sci. Technol. 25(2): 130-135
- Kim MS, Ahn ES, Shin DH. 1993. Characteric of yogurt containing puffed rice flour, oh, Korean J. Food Sci. Technol. 25(3):258-263
- Ko YT. 1990. Effects of milk products on acid production by lactic acid bacteria in soy milk and quality of soy yogurt, Korean J. Food Sci. Technol. 22(2): 183-191
- Lee IS, Paek KY. 2003. Preparation and quality characteristics of yogurt added with cultured ginseng, Korean J. Food Sci. Technol. 35(2); 235-241
- Lee KY, Kim JH, Son JR, Lee JS. 2001. Detection and extraction condition of physiological functional compounds from bran of Heugjinju rice(*Oryza sativa* L.), Korean K. Postharvest Sci. Technol. 8(3): 296-301
- Paik JH, Ko YT. 1992. Effect of storage period of rice on quality of rice added yogurt, Korean J. Food Sci. Technol. 24(5):470-476
- Paik SH, Bae HC, Nam MS. 2004. Fermentation properties of yogurt added with rice Janim. Sci. & Techno. 46(4): 667-676
- Park KY, Kang CS, Cho YC, Lee YS. 2004. Tocotrienol and tocopherol contents of rice bran by milling recovery, Korean J. Crop Sci. 49(6):468-471
- Park KY, Kang CS, Cho YC, Lee YS, Lee YH, Lee YS. 2003. Genotype difference in tocopherol and tocotrienol contents of rice bran, 48(6):469-472
- Shin YS, Lee KS, Kim DH. 1993. Studies on the preparation of yogurt from milk and sweet potato or pumkin, Korean J. Food Sci. Technol, 25(6):666-671
- Um SS, Yoo JC, Ko YT. 1993. The effects of starch addition on acid production by lactic acid bacteria and quality of curd yogurt, Korean J. Food Sci. Technol, 25(6): 747-752

(2006년 월 일 접수, 2006년 월 일 채택)