KOREAN J. FOOD SCI. ANI. RESOUR. Vol. 25. No. 4, pp. 483~493(2005)

우유와 두유를 혼합한 요구르트의 발효 특성

배 형 철 · 남 명 수*
충남대학교 농업생명과학대학 동물자원과학부

Fermentation Properties of the Mixed Yogurt Prepared with Bovine Milk and Soybean Milk

Hyoung Churl Bae and Myoung Soo Nam*
Division of Animal Science & Resources, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

This experiment was carried out to examine the fermentation properties of yogurt prepared with bovine milk and soybean milk at the mixed ratios of 3:1, 2:1, 1:1, 1:2 and 1:3. The effect of bovine milk and soybean milk on promoting the fermentation was higher and pH was 3.75~4.16 when *Lactobacillus salivarius* ssp. *salivarius* CNU27, lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* (ST36)] and *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150 were used. Titratable acidity was the highest when lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)] was used, and the mixed ratio of bovine milk and soybean milk was 2:1. The average viable counts of lactic acid bacteria was the highest level of 2.17×10^9 cfu/ml when *Lactobacillus salivarius* ssp. *salivarius* CNU27 was used, and the mixed ratio of bovine milk and soybean milk was 1:3. The highest lactic acid production was 412.52 mM when lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)] was used, and the mixed ratio of bovine milk and soybean milk was 1:1. The production of acetic acid was the highest and the concentration was 394.01 mM when lactic culture 2(*Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*) was used, and the mixed ratio of bovine milk and soy bean milk was 3:1. In the carbohydrate hydrolysis, stachyose was hydrolyzed 53.92% as compared with the control when *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27 was used, and the mixed ratio of bovine milk and soy bean milk was 1:3. The highest viscosity of yogurt was 1,300~1,660 cP when the mixed ratio of bovine milk and soybean milk was 1:3. The overall acceptability, 4.17±0.69, was the highest when *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150 was used and when the mixed ratio of bovine milk and soybean milk was 2:1.

Key words : bovine milk, soybean milk, overall acceptability

서 론

우유와 두유는 모두 영양학적, 식품학적 및 생리적 기능성이 우수한 식품으로 널리 알려져 있다. 우유는 지방, 단백질, 탄수화물, 무기물, 비타민 등이 골고루 들어있어 영양 균형이라는 측면에서 볼 때 가장 완전에 가까운 식품(the most nearly complete food)으로 인식되고 있다. 한편 두유는 영양학적으로 우유에 손색이 없어 우유 대체 식품으로서 인류의 건강에 기여해 왔다(Kim, 1997). 특히 두유는 신생아부터 노인까지 유단백질이 원인인 알러지, 설사, 피부염, 고콜레스테롤혈증, 소화관절염, 암, 골다공증 및 폐경 후 증상을 일으키지 않은 우수한 식품이다. 두유가 갖는 특이한 화학적 조성은 유당, 아라키돈산, 아라키딘산, 알러지 원인 단백질이 결여된 반면 n-3 불포화지방산, 리놀렌산 및 아이소플라본류 등은 비교적 풍부하다(Lee, 1997). 따라서 영양적, 생리적 기

* **Corresponding author** : Myoung-Soo Nam, Division of Animal Science & Resources, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, 220 Gung-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea. Tel: +82-42-821-5782, Fax: +82-42-823-2766, E-mail: namsoo@cnu.ac.kr

능이 우수한 우유와 두유를 이용한 식품의 개발은 건강 증진 효과뿐만 아니라, 생리 기능의 유지 및 각종 질병에 유효한 효과를 나타내는 기능성 식품으로서 그 의의가 매우 크다고 할 수 있다.

요구르트는 원래 우유를 원료로 제조된 것으로 완전식품에 가까운 영양성분(Gilliland, 1990)과 prebiotic 성분, 유산균에 의해 생성된 유기산과 bacteriocin 등에 의한 장내 유해세균의 억제와 장의 기능성 향상(Rasic and Kurmann, 1978), 유산균의 장내 정착에 의한 정상적인 장내균총의 균형 유지와 정장작용(Mistuoka, 1990), 항암 효과(Kato *et al.*, 1994), 면역계의 자극(Nagao *et al.*, 2000; Gupta *et al.*, 2001), 혈청 콜레스테롤의 저하(Rasic *et al*, 1992) 등 다양한 특성을 가진 건강식품으로 알려져 있다. 한편 두유를 이용한 유산균 발효유는 기존의 우유 요구르트에 비하여 가격이 저렴할 뿐만 아니라 영양도 우수하여 양질의 콩 요구르트 제품이 개발된다면 콩의 부가가치 향상은 물론 국민영양 개선의 측면에서도 효과가 클 것으로 기대된다. 그러나 콩의 가공공정 중 발생되는 대두 특유의 비린내(beany flavor)는 기호성을 저하시키고 음용후의 소화 장애를 유발하기 때문에 지금까지 대두 요구르트의 상품화가 어려웠다. 두유의 섭취에 관련된 소화 장애(flatulence)는 콩에 있는 주요 탄수화물로서 다량 내재하는 비소화성 당류 raffinose와 stachyose의 때문으로 알려져 있다. 따라서 콩의 풍미와 소화 장애 개선을 위하여 여러 가지 유산균을 이용한 두유의 발효 연구가 수행된 바 있으며 사용 유산균의 종류에 따라 풍미와 난소화성 탄수화물의 분해가 크게 차이가 있는 것으로 보고되었다(Choi and Yoon, 1997). 두유중 소화장해의 원인이 되는 raffinose와 stachyose를 분해하는 효소, 즉 α-galactosidase(EC 3.2.1.22, α-D-galactoside galactohydrolase)를 분비하는 미생물은 주로 *Bifidobacterium* 속이 있으나 이 균은 생장을 위해 요구되는 혐기적 조건과 영양요구 조건이 까다로워 발효유를 대량 생산하는데 사용하기가 어려웠다(Choi and Yoon, 1997). 최근 Bae 등(2002)에 의해 분리 동정된 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27은 α-galactosidase를 다량으로 분비하는 그람 양성의 유산간균으로 위산과 담즙산에 높은 저항력을 가지고 있어 장내에서 생존이 가능하고 유기산의 생성 및 장내 pH를 산성화하여 산에 민감한 유해 세균의 증식을 억제하고 장내 정장 작용을 기대할 수 있고 두유 발효유의 제조에 이상적인 유산균이라 생각된다. 본 연구는 *L. salivarius* subsp. *salivarius* CNU27과 기존의 상업용 유산균을 사용하여 두유와 우유를 혼합하여 제조한 요구르트의 발효 성상을 실험한 결과이다.

재료 및 방법

원유 및 두유

원유는 충남대학교 부속동물사육장에서 사육하고 있는 홀스타인종으로부터 신선한 원유를 크림분리기(Disc Bowl Centrifuge, Armfield Technical Education Co. LTD. UK)를 이용하여 40℃에서 유지방을 분리한 후 탈지유를 92℃에서 10분간 살균한 다음 4℃ 냉장 보관하면서 1주일 이내에 실험에 사용하였다. Milko Scan(Foss Electric, Denmark)을 사용하여 분석한 고형분 함량은 수분 89.88%, 단백질 4.11%, 지방 0.03%, 유당 5.44% 이었다. 두유는 국내산 백태 품종의 대두를 사용하였으며 두유의 제조는 Lee와 Lee(1997)의 방법에 의해 제조하였다. 건조대두 100 g을 대두와 물의 중량비를 1:10으로 하여 20℃의 물에 21시간 침지시킨 후 물을 제거한 다음 증류수 300 mL를 첨가하였고 5분 동안 Blender (Osterizer 16 speed blender, Oster Co. U.S.A)로 습식 분쇄한 후 다시 증류수 500 mL를 첨가하여 98℃에서 5분간 가열한 다음 냉각하여 3겹 cheese cloth를 깔고 여과한 후 121℃에서 15분간 autoclave하고 냉각하여 4℃의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

공시균주

요구르트 제조에 사용된 스타터는 단일균주 2종류와 혼합균주 2종류를 사용하였다. 단일균주는 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150와 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27(Bae 등, 2002)을 사용하였으며, 혼합균주는 상업용 lactic culture 1(Chr. Hansen's, Denmark; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*(LB12), *S. salivarius* subsp. *thermophilus*(ST36)), 상업용 혼합균주 lactic culture 2(Nocks Co., Japan; *B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*)로서 10%(w/v) 환원 탈지유에 2% 씩 2회 계대 배양한 것을 종배양액으로 사용하였다.

요구르트의 제조방법

준비된 탈지유 및 두유를 각각 1:3, 1:2, 1:1, 2:1, 3:1의 비율로 혼합하여 37℃로 조정한 후, 상기 종배양액을 스타터로서 2%씩 접종하고, 37℃의 항온기에서 15시간 발효하면서 3시간 간격으로 시료를 채취하여 산도, pH 및 유산균수를 측정하였으며, 발효유의 산도가 1.0%에 도달한 시료를 채취하였다.

요구르트의 분석

Cho 등(2003)의 방법에 따라 요구르트의 발효에 대하여 적정산도, pH, 유산균수, 점도, 관능검사, 유기산 생성량 및 탄수화물의 분해율을 측정하였다. 유산균수 채취한 요구르트 시료를 멸균수에 십진희석하여 BCP plate count agar (Eiken Chemical Co., Japan)에 접종한 후 37℃에서 72시간 배양한 후 균수를 계측하였다. 요구르트의 적정산도는 Stan-

dard method Richardson(1985)법에 따라 측정하였으며, pH는 pH meter (420A; Orion Research Inc., USA)를 사용하여 측정하였다. 요구르트의 점도는 산도가 1.0%에 도달하였을 때 4℃의 냉장고에서 24시간 냉장한 후 100 mL를 채취하여 점도계(BM type, Tokimec Inc., Japan)의 spindle #4를 사용하여 20 rpm에서 1분간 점도를 측정하였다.

또한 동일한 시료에 대하여 숙련된 20대 남녀 대학생 20명의 검사원으로서 Overall acceptability, Taste, Odor, Mouth Feel 및 Color를 채점시험법에 따라 실시하였다.

유기산 분석

요구르트 중 유기산 함량은 Saidi와 Warthesen(1989), Dubey와 Mistry(1996)의 방법을 변형하여 분석하였다. 요구르트 5 g 채취하여 12% TCA 용액을 1 mL 첨가하고 원심분리기(Mega 17R centrifuge,한일과학, 한국)를 사용하여 5,000 g에서 5 min 동안 원심분리 하였다. 분리된 상등액을 채취하여 0.2 μm membrane filter(Sartorius AG, Germany)를 사용하여 필터링한 후 HPLC system(600E Multisolvent Delivery System, Waters Associates, USA)을 사용하여 분석하였다. 샘플은 7725i injector(Rheodyne, USA)를 사용하여 20 μL를 주입하였고, UV-Detector는 Dual λ Absorbance Detector(2487; Waters Associates, USA)를 사용하여 210 nm에서 측정하였으며, column은 SUPELCOGEL C-610H(38 cm×7.8 mm, Sigma-Aldrich Co., USA)을 사용하였고, column의 온도는 Waters Column Heater Module(serial #F98CHM095M)을 사용하여 40℃를 유지하였고, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 사용하여 0.5 mL/min의 유속으로 30분간 흘러주었다. 유기산함량 분석은 Autochro-WIN 2.0 plus(영린과학, 한국)를 사용하여 정량하였다. 시험에 사용된 유기산의 표준물질은 Sigma-Aldrich Co.(USA)에서 구입하여 사용하였다.

탄수화물 분석

요구르트중 탄수화물의 정량은 Jeon 등(1984)과 Richmond 등(1982)의 방법을 변형하여 수행하였다. 요구르트 5 g 채취하여 12% TCA 용액을 1 mL 첨가하고 원심분리기(Mega 17R, 한일과학, 한국)를 사용하여 5,000 g에서 5 min 동안 원심분리 하였다. 분리된 상등액을 채취하여 0.2 μm membrane filter(Sartorius)를 사용하여 필터링한 후 HPLC system (600E Multisolvent Delivery System)을 사용하여 탄수화물 농도를 분석하였다. 샘플은 20 μL를 주입하였고, Detector는 Refractive Index Detector(Waters Associates, USA)를 사용하였다. Column은 SUPELCOGEL C-610H(38cm×7.8mm, Sigma-Aldrich Co., USA)을 사용하였고, 온도는 30℃를 유지하였고, 이동상은 HPLC용 Water(TEDIA Company Inc., USA)를 사용하여 1.0 mL/min의 유속으로 10분간 흘러주었다. 분석프로그램은 Autochro-WIN 2.0 plus(영인과학, 한국)를 사용하여 정량분석 하였다. 시험에 사용된 탄수화물은 Sigma-Aldrich 사의 표준품을 구입하여 분석에 사용하였다.

결과 및 고찰

혼합요구르트의 pH 변화

우유와 두유의 혼합비율에 따른 발효 중 pH의 변화는 Table 1에 나타난 바와 같다. 우유와 두유의 혼합비율은 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3로 하고 유산균 스타터는 4가지 종류를 사용하여 15시간 동안 배양하면서 3시간 간격으로 pH를 측정한 결과, 배양시간이 경과함에 따라 우유와 두유의 혼합비율에 관계없이 lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)] 상업용 혼합균주를 사용한 요구르트에서 15시간 배양 후 가장 낮은 3.80 정도로 나타났다. 0시간에서 측정한 pH의 값은 두유의 양이 증가함에 따라 pH가 증가하였는데 이와 같은 결과는 정상적인 우유의 pH가 약 6.7임에 비하여 두유는 7.0~7.2의 범위(Kamaly, 1997; Kim *et al.*, 1999)에 있기 때문으로 생각되었다. 우유와 두유의 혼합비율의 양의 차이에 따른 pH를 비교하여 보면 우유량이 증가함에 따라 pH의 감소 폭이 두유량이 증가함에 따른 pH의 감소 폭보다 적은 것으로 나타났다. 또한 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27의 경우는 두유의 양이 증가함에 따라 대체적으로 pH가 감소하는 폭이 크다는 것을 알 수 있다. 또한 15시간 배양 후 측정한 pH는 혼합비에 관계없이 4종류의 스타터 중에서 상업용 혼합균주 lactic culture 2를 사용한 요구르트 제품에서 pH가 가장 높게 나타났다.

혼합요구르트의 산도 변화

우유와 두유의 혼합비율에 따른 발효 중 산도의 변화는 Table 2에 나타난 바와 같다. 요구르트 제조 후 15시간 배양하면서 3시간 간격으로 산도를 측정한 결과, 배양시간이 경과함에 따라 혼합비율에 관계없이 lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)]이 산도의 증가 속도가 빠르고 15시간 배양 후 산도가 가장 높은 2.1% 전후로 나타났다. 이와 같은 결과에 대하여 Yu 등(1985)은 구균과 간균의 공생작용에 의한 성장촉진 효과에 기인하는 것으로 보고한 바 있다. Lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*)를 스타터로 사용한 요구르트는 산 생성량이 다른 스타터 균주에 비하여 초기에는 낮게 증가하였고, 후기에는 빠른 속도로 증가하였는데 이와 같은 결과는 Jeon과 Hwang

Table. 1. Changes of pH during the fermentation of skim milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Fermentation time (hrs.)					
		0	3	6	9	12	15
		- - - - - - - - - pH - - - - - - - - -					
3 : 1	LA[2]	6.70	6.01	5.18	4.61	4.36	4.16
	LS[3]	6.71	6.20	5.24	4.56	4.25	4.07
	LB[4]	6.72	4.64	4.03	3.84	3.82	3.79
	BL[5]	6.72	5.72	5.11	4.75	4.66	4.57
2 : 1	LA	6.77	6.12	5.29	4.55	4.17	4.15
	LS	6.72	6.18	5.17	4.20	3.92	3.88
	LB	6.75	4.56	4.02	3.88	3.81	3.82
	BL	6.74	5.82	5.03	4.73	4.65	4.52
1 : 1	LA	6.77	6.15	5.06	4.35	4.02	3.88
	LS	6.79	6.05	4.99	4.34	3.81	3.75
	LB	6.78	4.59	4.08	3.86	3.81	3.77
	BL	6.78	5.81	5.01	4.65	4.56	4.49
1 : 2	LA	6.88	6.32	5.24	4.38	4.03	3.89
	LS	6.86	6.23	5.24	4.38	4.05	3.91
	LB	6.86	5.32	4.43	3.89	3.85	3.80
	BL	6.84	5.90	4.99	4.63	4.52	4.48
1 : 3	LA	6.88	6.01	5.12	4.36	4.03	3.90
	LS	6.89	5.82	4.94	4.28	4.01	3.89
	LB	6.93	4.95	4.17	3.93	3.87	3.82
	BL	6.93	5.94	4.88	4.60	4.51	4.48

[1] Mixture ratio of skim milk and soybean milk.
[2] *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
[3] *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
[4] Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
[5] Lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*).

(2002)이 *Bifidobacterium* sp. 균주를 사용하여 두유 발효유를 제조하였을 때 발효 6시간 이후에 산 생성량이 급격히 증가하였다는 보고와 유사하게 나타났다. 한편 Jeon과 Hwang (2002)가 발효 24시간이 되어서야 1.08%에 도달하였다고 보고한 것에 비하여 본 시험에서는 9에서 12시간 내에 1.0%를 생산하였는데 이와 같은 결과는 본 시험구의 스타터는 *Bifidobacterium* 이외에도 *L. acidophilus*, *S. thermophilus* 균을 사용하여 산 생성이 더욱 증가한 것으로 생각된다. 다른 starter 균주의 요구르트는 점진적으로 계속 산도와 pH가 증가하여 배양 후 약 12시간째에 pH는 4.0, 산도는 1.5% 이상 생산하였다. 0시간에서 측정한 산도의 값은 6시간 배양 후 까지는 혼합비율과 유산균의 종류에 따라 다소 차이가 있으나 9, 12, 15시간 배양 후에는 우유와 두유의 혼합비율에 관계없이 거의 차이가 없었다.

혼합요구르트의 생균수 변화

우유와 두유의 혼합비율에 따른 발효 중 유산균의 생균수 변화는 Table 3에 나타난 바와 같다. 스타터 접종 후 15시간 배양하면서 3시간 간격으로 생균수를 측정한 결과 0시간에서 $1.00\sim1.45\times10^7$ cfu/mL이었던 것이 배양 15시간 후에는 $10^8\sim10^9$ cfu/mL 까지 증가하였다. 특히 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27인 경우는 두유의 양이 증가함에 따라 배양 6, 9시간째에는 생균수가 다른 유산균에 비해 상대적으로 높은 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 Bae 등(2002)이 보고한 바와 같이 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27 유산균은 다른 호기성 유산균과는 달리 α-galactosidase 효소를 생산하므로 두유 중 stachylose와 같은 다당류를 분해하여 이용하게 되고, 그 결과 유산균 생균수가 더욱 증가하는 것으로 생각된다. 또한 *Lactobacillus sali-*

Table. 2. Changes of titratable acidity during the fermentation of skim milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Fermentation time (hrs.)					
		0	3	6	9	12	15
		- - - - - - - - - Titratable acidity - - - - - - - - -					
3 : 1	LA[2]	0.24	0.54	0.87	1.23	1.59	1.80
	LS[3]	0.23	0.47	0.91	1.26	1.63	1.84
	LB[4]	0.24	0.64	1.20	1.92	2.10	2.13
	BL[5]	0.22	0.41	0.59	0.92	1.20	1.61
2 : 1	LA	0.24	0.49	0.87	1.20	1.64	1.83
	LS	0.23	0.47	0.88	1.20	1.72	1.98
	LB	0.24	0.63	1.20	1.86	2.10	2.12
	BL	0.22	0.51	0.78	0.98	1.25	1.57
1 : 1	LA	0.24	0.52	0.82	1.23	1.82	1.92
	LS	0.23	0.52	0.82	1.22	1.76	2.02
	LB	0.24	0.60	1.20	1.82	2.01	2.05
	BL	0.22	0.35	0.59	0.90	1.22	1.66
1 : 2	LA	0.24	0.46	0.78	1.25	1.77	1.86
	LS	0.23	0.49	0.83	1.20	1.65	1.96
	LB	0.24	0.59	1.20	1.90	2.05	2.05
	BL	0.22	0.42	0.69	0.98	1.24	1.49
1 : 3	LA	0.24	0.55	0.87	1.25	1.68	1.84
	LS	0.23	0.59	0.88	1.20	1.70	1.97
	LB	0.24	0.61	1.20	1.87	2.05	2.10
	BL	0.22	0.48	0.75	1.05	1.29	1.63

[1] Mixture ratio of skim milk and soybean milk.
[2] *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
[3] *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
[4] Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
[5] Lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*).

varius subsp. *salivarius* CNU27을 제외한 다른 스타터 균주로 발효한 요구르트의 생균수는 발효 9시간에서 12시간에 약 10^8 cfu/mL로 최대균수를 나타내었으며, 이와 같은 결과는 Kim 등(1999)이 대두유에 유산균으로 발효시켰을 때 발효 8시간에 약 10^8 cfu/mL로 최대 균수로 나타난 결과와 유사하게 나타났다.

혼합요구르트의 유기산

요구르트의 맛은 생성된 유기산의 양과 그 종류 등에 관계가 있다. 혼합요구르트의 배양 시 citric acid의 생산량은 우유와 두유의 비율이 1:1인 경우는 발효 전에 12.79 mM에서 lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)]의 혼합균주 사용 시 20.54 mM로 가장 높게 생산하였다. 또한 1:2 비율에서 19.14 mM, 1:3 비율에서는 19.79 mM로 가장 높게 나타났다. Tartaric acid의 함량은 우유와 두유의 비율이 3:1인 경우 lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*)의 혼합균주에서 63.98 mM 생산된 반면, 1:3인 경우에는 4.68 mM로 13.6배나 적게 생산되었다. 반면에 다른 유산균주를 사용한 경우는 두유보다 우유의 혼합비율이 높을수록 Tartaric acid의 생산량이 높은 경향을 나타내어 유기산의 생성은 유산균주에 따라 다르게 나타남을 알 수 있었다. 특히 lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* (ST36)]에서 우유와 두유의 비율이 1:3인 경우에는 2.23 mM 생산되었으나 3:1인 경우 30.35 mM 생산되어 13.6배나 많이 생산되었다. Lactic acid는 유산균의 주요 유기산으로서 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27 경우 우유와 두유의 비율 중 두유의 함량이 높아질수록 172.27 mM에서 386.87 mM로 증가하였다. 이와 같은 결과는 CNU27 균주가

Table 3. Changes of viable cell counts during the fermentation of skim milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Fermentation time (hrs.)					
		0	3	6	9	12	15
		- - - - - - - - - Viable cell (cfu/mL)- - - - - - - - -					
3 : 1	LA[2]	1.20×10^7	4.22×10^7	1.42×10^8	1.86×10^8	1.71×10^8	1.62×10^8
	LS[3]	1.05×10^7	4.16×10^7	1.02×10^8	1.91×10^8	1.74×10^8	1.29×10^8
	LB[4]	1.00×10^7	1.16×10^8	2.00×10^8	2.40×10^8	1.32×10^8	3.89×10^7
	BL[5]	1.17×10^7	1.44×10^8	4.90×10^8	3.80×10^8	1.74×10^8	7.24×10^7
2 : 1	LA	1.23×10^7	1.02×10^8	2.06×10^8	2.80×10^8	3.31×10^8	3.88×10^8
	LS	1.32×10^7	1.15×10^8	2.40×10^8	3.09×10^8	4.07×10^8	5.01×10^8
	LB	1.28×10^7	7.14×10^7	3.63×10^8	1.95×10^8	8.13×10^7	1.78×10^7
	BL	1.26×10^7	5.25×10^7	3.19×10^8	2.57×10^8	1.58×10^8	4.27×10^7
1 : 1	LA	1.02×10^7	6.06×10^7	2.23×10^8	2.89×10^8	3.18×10^8	3.81×10^8
	LS	1.15×10^7	5.15×10^7	1.75×10^8	3.31×10^8	3.98×10^8	4.90×10^7
	LB	1.20×10^7	1.34×10^8	3.68×10^8	6.25×10^8	3.63×10^8	8.32×10^7
	BL	1.12×10^7	2.07×10^8	3.98×10^8	2.90×10^8	2.40×10^8	1.74×10^8
1 : 2	LA	1.26×10^7	7.11×10^7	2.69×10^8	3.00×10^8	3.00×10^8	3.63×10^8
	LS	1.29×10^7	7.65×10^7	5.25×10^8	6.31×10^8	6.46×10^8	7.76×10^8
	LB	1.33×10^7	2.29×10^8	3.31×10^8	2.20×10^8	1.66×10^8	1.12×10^8
	BL	1.23×10^7	2.02×10^8	4.90×10^8	3.89×10^8	3.31×10^8	2.79×10^8
1 : 3	LA	1.29×10^7	7.82×10^7	1.95×10^8	3.65×10^8	3.89×10^8	3.94×10^8
	LS	1.45×10^7	7.03×10^8	1.84×10^9	2.58×10^9	2.29×10^9	2.17×10^9
	LB	1.34×10^7	1.22×10^8	7.37×10^8	5.62×10^8	2.57×10^8	1.26×10^8
	BL	1.32×10^7	3.52×10^8	8.51×10^8	7.76×10^8	7.08×10^8	5.37×10^8

[1] Mixture ratio of skim milk and soymilk.
[2] *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
[3] *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
[4] Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
[5] Lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*).

β-galactosidase 뿐만 아니라 α-galactosidase도 생산하므로 두유에서 발효가 더욱 잘 되는 것으로 생각된다. Acetic acid의 경우는 일반 호모 유산균에서는 생성하지 않지만, 헤테로 유산균으로서 *Bifidobacterium*의 경우, 생성하는 특이 유기산으로서 본 시험의 경우에서도 *Bifidobacterium*이 혼합균주로 존재하는 lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*)에서만 acetic acid가 많이 생성되었다. 이 경우 우유와 두유의 혼합비가 3:1, 2:1에서 각각 394.01 mM과 284.12 mM로 높게 생산되었고 1:1, 1:2. 1:3 혼합비에서는 각각 193.03 mM, 144.85 mM, 140.56 mM 생산되어 우유의 함량이 높을수록 *Bifidobacterium*에 의해 acetic acid의 함량이 높게 생산되는 경향을 나타낸 반면, 호모 유산균인 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150, *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27, lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* (ST36)]에서는 발효전 상태와 유사하게 나타나 acetic acid의 생산이 없었다. 이상과 같은 유기산의 생성결과는 Son 등(1999)이 *Bifidobacterium*이 2종 포함된 4종의 혼합 유산균으로 발효두유 제조시 생성된 유기산은 lactic acid가 가장 많았으며 그 외 소량의 citric acid와 acetic acid가 생성되었다고 보고한 결과와 비교하였을 때 lactic acid의 생성은 유사하지만 acetic acid의 생성량은 크게 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 경우는 *Bifidobacterium*이 두유보다는 우유에서 더욱 많은 유기산을 생성하는 것으로서 본 시험에서도 lactic acid의 경우 우유의 농도가 높을수록 많은 양을 생산하는것을 볼 수 있었다.

혼합요구르트의 당 변화

혼합요구르트의 배양 중 당 성분의 분해율은 Table 5와 같다. Table 5에 나타난 바와 같이 stachyose의 경우는 대두에

Table 4. Contents of organic acids after the fermentation of skim milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Organic acid (mM)			
		Citric acid	Tartaric acid	Lactic acid	Acetic acid
3 : 1	Control[2]	10.53	16.73	18.32	15.95
	LA[3]	9.39	27.91	184.28	10.79
	LS[4]	17.20	43.63	172.27	19.63
	LB[5]	12.50	30.35	325.70	22.84
	BL[6]	16.93	63.98	277.35	394.01
2 : 1	Control	14.72	16.10	10.52	14.80
	LA	7.73	25.63	164.83	12.77
	LS	9.26	25.88	223.89	17.42
	LB	11.63	19.86	324.58	23.37
	BL(cfu/mL)	17.28	59.63	262.89	384.12
1 : 1	Control	12.79	15.24	15.60	14.00
	LA	10.28	24.91	222.99	11.06
	LS	10.53	23.42	300.62	17.07
	LB	20.54	9.83	412.52	15.41
	BL	10.57	28.11	183.24	193.03
1 : 2	Control	15.61	17.78	17.19	15.97
	LA	10.33	18.27	204.37	11.65
	LS	13.29	21.17	351.57	16.88
	LB	19.14	7.66	301.24	12.42
	BL	15.49	29.90	156.83	144.85
1 : 3	Control	16.26	18.55	12.71	13.70
	LA	14.84	19.25	262.16	10.93
	LS	12.87	14.44	386.87	17.34
	LB	19.79	2.23	271.15	8.66
	BL	18.80	4.68	172.22	140.56
* R^2		0.995564	0.998457	0.996853	0.998854

[1] Mixture ratio of skim milk and soybean milk.
[2] Contents of organic acids before fermentation of skim milk and soymilk.
[3] *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
[4] *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
[5] Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
[6] Lactic culture 2 (*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*).
* Correlation coefficients between amount and area in standard calibration of organic acids by HPLC.

많은 올리고당 성분으로 두유의 혼합비가 증가됨에 따라 대조구에서 stachyose의 성분이 증가됨을 알 수 있다. 우유와 두유의 혼합비가 3:1인 경우 1.90%이었으나 1:3인 경우는 2.93%로 증가되었다. 배양 후 stachyose의 함량은 대조구보다 감소되었음을 알 수 있었다. 특히, *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27은 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3150, lactic culture 1, lactic culture 2보다 stachyose 분해도가 높음을 알 수 있는데 우유와 두유의 혼합비율에 관계없이 분해되지 않은 stachyose 양이 가장 적은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27 유산균이 α-galactosidase 효소 생산에 의한 stachylose를 분해한 것으로 생각된다. Lactose는 lactic culture 1과 lactic culture 2가 우유와 두유의 혼합비율에 관계없이 가장 많이 분해되었음을 알 수 있었다. 이는 단독균주인 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150과 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27보다 lactose 분해효소를 더 많이 생산하는 혼합균주의 영향으로 생각된다. 따라서 lactose가 분해되어 glucose와 galactose로 분해물이 생산되며 lactic cul-

Table 5. Contents of carbohydrate after the fermentation of skim milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Carbohydrate (%)			
		Stachyose	Lactose	glucose	galactose
3 : 1	Control[2]	1.90	2.33	0.33	0.32
	LA[3]	1.74	1.84	0.28	0.19
	LS[4]	1.26	1.72	0.21	0.18
	LB[5]	1.83	1.14	0.30	0.28
	BL[6]	1.53	1.16	0.32	0.31
2 : 1	Control	2.19	1.89	0.42	0.36
	LA	1.81	1.71	0.32	0.29
	LS	1.24	1.61	0.28	0.29
	LB	1.91	0.92	0.41	0.36
	BL	1.62	1.04	0.39	0.40
1 : 1	Control	2.53	1.70	0.47	0.49
	LA	1.97	1.37	0.34	0.40
	LS	1.30	1.23	0.35	0.38
	LB	2.00	0.91	0.45	0.52
	BL	1.60	1.04	0.49	0.52
1 : 2	Control	2.58	1.18	0.67	0.58
	LA	1.85	1.00	0.56	0.54
	LS	1.26	0.92	0.48	0.51
	LB	1.95	0.64	0.57	0.66
	BL	1.64	0.73	0.60	0.66
1 : 3	Control	2.93	0.90	0.62	0.63
	LA	2.03	0.83	0.57	0.56
	LS	1.35	0.85	0.53	0.57
	LB	2.03	0.51	0.54	0.63
	BL	1.76	0.65	0.62	0.73
*R^2		0.999992	0.990286	0.995235	0.999989

[1] Mixture ratio of skim milk and soybean milk.
[2] Contents of carbohydrate before fermentation of skim milk and soymilk.
[3] *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
[4] *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
[5] Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
[6] Lactic culture 2(*B. longum, L. acidophilus, S. thermophilus*).
[7] Correlation coefficients between amount and area in standard calibration of carbohydrate by HPLC.

ture 1과 lactic culture 2가 가장 높은 분해율을 나타났다.

혼합요구르트의 점도

혼합요구르트의 배양 중 점도의 변화는 Table 6과 같다. Table 6에 나타난 바와 같이 두유의 혼합비가 증가됨에 따라 점도도 증가됨을 알 수 있다. 우유와 두유의 혼합비가 3:1인 경우 가장 높은 점도를 나타낸 유산균은 lactic culture 2로 1,080 cP이었으나 2:1인 경우는 1,180 cP, 1:1인 경우는 1,500 cP, 1:2인 경우는 1,580 cP, 1:3인 경우는 1,660 cP로 두유의 양이 증가함에 따라 점도도 증가함을 알 수 있었다. 다른 유산균에서도 마찬가지로 같은 경향을 나타내었다. 특히, 두유가 우유의 2배, 3배 증가했을 때는 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27, *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150, lactic culture 1, lactic culture 2순으로 점도가 증가되었다.

요구르트의 점도는 고형분의 함량이 가장 큰 영향을 미치는 요인으로서 우유와 대두유는 고형분 함량이 비슷하여 고형분에 따른 점도의 변화에는 차이가 없으나, 단백질의 종류 및 칼슘염의 함량에 따라 점도의 차이가 측정되었다. Lee

Table 6. Viscosity after the fermentation of milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Apparent viscosity (centipoise)
3 : 1	LA[2]	820
	LS[3]	740
	LB[4]	860
	BL[5]	1,080
2 : 1	LA	860
	LS	890
	LB	1,100
	BL	1,180
1 : 1	LA	1,000
	LS	1,010
	LB	1,100
	BL	1,500
1 : 2	LA	1,120
	LS	1,140
	LB	1,240
	BL	1,580
1 : 3	LA	1,300
	LS	1,280
	LB	1,460
	BL	1,660

1) Mixture ratio of skim milk and soybean milk.
2) *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
3) *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
4) Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
5) Lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*).

(1997)는 분리 대두 단백은 수용액의 점도를 높이는 효과가 있으며, Kim 등(1990)은 우유 중 칼슘염은 두유의 점도를 저하시키는 요인 중의 하나로 보고하였다. 본 시험에서도 두유양이 증가함에 따라 요구르트의 점도는 증가하였다.

혼합요구르트의 관능검사

Starter 균주 4종류 이용하여 우유와 두유의 혼합비에 따라 yogurt를 제조하여 배양한 후 적정산도가 1.0±0.2%로 되었을 때 4℃로 냉각 저장하고, 12시간 냉장 후 발효유의 관능검사를 실시한 결과는 우유와 두유의 혼합비와 스타터의 종류에 따라 기호도가 상당히 차이가 있음을 알 수 있다(Table 7). 우유와 두유의 비율이 3:1인 경우 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27를 스타터로 사용한 요구르트의 기호도가 4.00±0.58로 가장 높게 나타났다. Table 7의 기호도를 종합하여 보면 우유와 두유의 혼합비가 2:1로 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150를 스타터로 사용하여 제조한 요구르트가 전체적인 기호도에서 혼합비 1:1인 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27와 거의 비슷하지만, 맛과 색깔에서 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27 보다 높은 기호도를 나타내고 있다. 우유와 두유의 혼합요구르트 제조 시 우유와 두유의 혼합비가 2:1로 하고 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150을 스타터로 시용하여 제조한 요구르트에서 관능평가 결과가 우수한 것으로 판단된다. 일반적으로 두유를 이용한 요구르트는 두유의 콩 비린내 성분으로 인한 기호도가 낮으나 발효에 의하여 생성된 유기산에 따른 콩 비린내의 저감 효과를 볼 수 있다(Ko, 1989). 따라서 본 시험에서도 두유의 함량이 높아질수록 콩 비린내가 많이 발생하므로 이에 대한 요구르트의 기호도가 저하되었으며, 우유와 두유의 비율을 2:1 또는 3:1로 혼합할 경우 두유 혼합요구르트의 기호도를 높일 수 있다고 판단되었다.

요 약

우유와 두유를 혼합하여 요구르트를 제조하고자 스타터에 따른 발효물의 성상을 시험하였다. 4종류의 서로 다른 스타터를 접종한 모든 처리구에서 배양 15시간 후 pH는 lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*)를 제외한 나머지 처리구에서 4.16~3.75 사이로 나타나 발효 촉진 효과가 있었고, 산 생성은 우유와 두유의 혼합비가 2:1이고 lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)]을 스타터로 사용한 요구르트에서 가장 높게 나타났다. 생균수는 1:3 비율에서 15시간째 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27을 스타터로 사용한 균에서 2.17×10^9 cfu/mL로서 최대 균수를 나타내었다.

두유 혼합요구르트에서 생산된 유기산의 함량을 측정한 바, 유기산 생산 중 lactic acid인 경우 lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)]을 스타터로 사용했을 때 1:1에서 412.52 mM로 가장 높았다. Acetic acid인 경우는 혼합비 3:1에서 lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*)가 394.01 mM로 가장 높게 생산되었다. 당 분해율은 혼합비 1:3에서 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27를 스타터로 사용한 요구르트에서 대조구와 비교해 stachyose가 53.92%로 가장 많이 분해되었다. 점도는 두유 혼합비가 가장 높은 1:3 처리구에서 1,300~1,660 cP로 가장 높게 나타났다. 관능검사 결과는 2:1 혼합비에서 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150를 스타터로 사용한 요구르트가 4.17±0.69, 3:1 혼합비에서 *Lactobacillus salivarius* subsp.

Table 7. Sensory evaluation after the fermentation of milk and soybean milk at 37℃ for 15 hours

Substrate (M : S)[1]	Culture	Sensory evaluation				
		Odor	Taste	Mouth Feel	Color	Overall Acceptability
3 : 1	LA[2]	4.17±0.37*	3.50±0.76	3.67±0.47	4.00±1.00	3.90±0.50
	LS[3]	4.50±0.50	3.60±0.37	3.50±0.50	4.00±0.82	4.00±0.58
	LB[4]	4.50±0.50	3.17±0.37	3.34±0.58	3.67±0.47	3.17±0.69
	BL[5]	4.50±0.76	3.17±0.37	3.38±0.90	3.67±0.94	3.33±0.94
2 : 1	LA	4.17±0.37	3.67±0.75	3.83±0.69	4.17±0.37	4.17±0.69
	LS	4.50±0.50	3.60±1.00	3.56±0.82	4.00±1.00	3.90±1.07
	LB	4.00±0.82	3.17±1.07	3.50±0.75	3.56±1.00	3.00±0.76
	BL	4.17±0.69	3.17±0.37	3.33±0.94	3.83±0.90	3.17±0.69
1 : 1	LA	3.83±0.37	3.00±1.15	3.00±1.15	3.50±0.96	3.00±1.29
	LS	4.17±0.69	3.17±1.34	3.10±1.07	4.00±0.82	3.57±0.90
	LB	4.00±0.82	2.83±0.69	2.72±0.75	3.30±1.07	2.83±0.90
	BL	3.83±0.69	3.00±0.58	2.83±1.07	3.67±0.94	2.50±0.76
1 : 2	LA	3.33±0.47	3.17±0.37	3.33±0.75	3.67±0.47	3.16±0.75
	LS	4.00±0.58	3.17±0.69	3.50±1.12	3.67±0.75	3.12±0.94
	LB	4.00±0.58	3.00±0.58	3.17±1.21	3.50±0.96	3.00±1.00
	BL	3.50±0.76	3.00±0.58	2.67±1.25	3.67±1.11	2.67±0.94
1 : 3	LA	3.33±0.47	3.00±0.58	3.67±0.47	3.50±0.76	2.50±0.50
	LS	3.50±0.96	3.17±0.37	3.50±0.50	3.67±0.47	2.67±0.69
	LB	3.33±0.75	3.33±0.75	3.50±1.38	3.50±0.76	2.57±1.34
	BL	3.50±0.76	2.67±0.47	3.00±1.15	3.83±0.90	2.60±0.58

*Means±SD.
[1] Mixture ratio of skim milk and soybean milk.
[2] *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150.
[3] *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.
[4] Lactic culture 1[*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*(LB12), *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*(ST36)].
[5] Lactic culture 2(*B. longum*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*).

salivarius CNU27를 스타터로 사용한 요구르트가 4.00±0.58으로 기호도가 가장 좋은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Bae, H. C., Nam, M. S., and Lee, J. Y. (2002) Probiotic characterization of acid and bile-tolerant *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* from human faeces. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **15**, 1798-1807.
2. Cho, I. S., Bae, H. C., and Nam, M. S. (2003) Fermentation properties of yogurt added by *Lycii fructus, Lycii folium* and *Lycii cortex*. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 250-261.
3. Choi, S. Y. and Yoon, S. (1997) pH, titratable acidity, glucose content, viable cell counting and sensory evaluation of *Bifidobacterium longum* ATCC 15707 containing milk and soymilk during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**, 115-119.
4. Dubey, U. K. and Mistry, V. V. (1996) Growth characteristics of bifidobacteria in infant formulas. *J. Dairy Sci.* **79**, 1146-1155.
5. Gilliland, S. E. (1990) Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* **87**, 175-188.
6. Gupta, P. K., Chauhan, R. S., Singh, G. K., and Agrawal, D. K. (2001) *Lactobacillus acidophilus* as a potential probiotic. Advances in immunology and immunopathology. In Proceedings of a national symposium on immunomodulation in health and disease. Society for Immunology & Immunopathology, Pantnagar, India. pp. 66-69.
7. Jeon, I. J., Galitzer, S. J., and Hennessy, K. J. (1984) Rapid determination of lactose and its hydrolyzates in

whey and whey permeate by high performance liquid chromatography. *J. Dairy Sci.* **67**, 884-887.

8. Jeon, K. S. and Hwang, I. K. (2002) The hydrolysis of isoflavones by *Bifidobacterium* sp. Int-57 during soymilk fermentation. *Kor. Soybean Digest.* **19**, 42-47.
9. Kamaly, K. M. (1997) Bifidobacteria fermentation of soybean milk. *Food Res. Int.* **30**, 675-682.
10. Kato, I. K., Endo, K., and Yokokura, T. (1994) Effects of oral administration of *Lactobacillus casei* on antitumor responses induced by tumor resection in mice. *Int. J. Immunopharmacol* **16**, 29-34.
11. Kim, G. Y. (1997) Functionality and nutrition of milk. *Kor. Soybean Digest.* **14**, 113-117.
12. Kim, C. H., Shin, Y. K., Baick, S. C., and Kim, S. K. (1999) Changes of oligosaccharide and free amino acid in soy yogurt fermented with different mixed cultures. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **31**, 739-745.
13. Kim, E. S., Chung, S. S., and Jo, J. S. (1990) Effect of pH, chemical composition and additives on stability of soymilk suspension. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **22**, 319-324.
14. Ko, Y. T. (1989) Acid production by lactic acid bacteria in soymilk treated by microbial protease or papain and preparation of soy yogurt. *Kor. J. food Sci. Technol.* **21**, 379-386.
15. Lee, S. Y. (1997) Development of dairy analogs using soybean. *Kor. Soybean Digest.* **14**, 1-11.
16. Lee, I. S. (1997) Chemopreventive potentials of soymlk versus cow's milk against a variety of human diseases. *Kor. Soybean Digest.* **14**, 108-112.
17. Lee, J. E. and Lee, S. Y. (1997) Effects of the types and concentrations of sugars on the physicochemical and sensory characteristics of soy milks during storage. *Kor. J. Soc. Food Sci.* **13**, 70-77.
18. Mistuoka, T. (1990) Bifidobacteria and their roles in human health. *J. Industrial Microbiology* **6**, 263-268.
19. Nagao, F., Nakayama, M., Muto, T., and Okumura, K. (2000) Effects of a fermented milk drink containing *Lactobacillus casei* strain Shirota on the immune system in healthy human subjects. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **64**, 2706-2708.
20. Rasic, J. L., Vujicic, I. F., Skringjar M., and Vulic, M. (1992) Assinilation of cholesterol by some cultures of lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Biotechnol. Lett.* **14**, 39-44.
21. Rasic, J. L. and Kurmann, J. A. (1978) Yoghurt : scientific grounds, technology, manufacture and preparations., Technical Dairy Publishing House, Denmark. p. 428.
22. Richardson, G. H. (1985) Standard methods for the examination of dairy products 15th ed. APHA. Am. Publ. Health Assoc. Inc. Washington DC. p. 133.
23. Richmond, M. L., Barfuss, D. L., Harte, B. R., Gray, J. I., and Stine, C. M. (1982) Separation of carbohydrates in dairy products by high performance liquid chromatography. *J. Dairy Sci.* **65**, 1394-1400.
24. Saidi, B. and Warthesen, J. J. (1989) Analysis and stability of orotic acid in milk. *J. Dairy Sci.* **72**, 2900-2905.
25. Son, Y. K., Son, J. R., Kim, K. J., Song, J., Kim, S. L., and Hwang, J. J. (1999) Lactic acid fermentation of soymilk extracted from soybean sprouts of lipoxygenase lacking cultivar "Jinpumkong". *Kor. J. Intl. Agri.* **12**, 79-87.
26. Yu, J. H., Saito, M., and Lee, K. H. (1985) Studies on the flavor components of fermented milk by *L. bulgaricus* CH-2 and *Str. thermophilus*. Ⅰ. The change of volatile carbonyl compounds. *Kor. J. Anim. Sci.* **27**, 42-46.

(2005. 10. 11. 접수 ; 2005. 12. 14. 채택)