

밤 요구르트 제조를 위한 유산균의 선정

진호상 · 김종범 · 이경자[†]

전주대학교 자연과학부, *전주기전여자대학 식품영양계열

Isolation of Lactic Acid Bacteria for Chestnut Yogurt

Hyo-Sang Jin, Jong-Bum Kim, and Kyung-Ja Lee[†]

Division of Natural Science, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea

*Division of Food and Nutrition, Chonju Kijeon Women's College, Jeonju 560-701, Korea

Abstract

Among 10 strains isolated from Korean adult excrements and the commercial yogurt, two strains, *Lactobacillus* spp. PAP1 and *Lactobacillus* spp. MGG2, were selected, as the former was best at acid production and the latter at growth in fermented chestnut broth. Viable counts of stored fermented broths were dependent on the acidities of the broths. And the higher the counts, the lower the acidity. The acidity and viable counts of the chestnut broths fermented by mixed cultures were higher than those by each single cultures. After 3 week storage, the viable counts of mixed cultures were 100 times higher than those of single cultures. The selected strains were better than commercial strains in that the selected strains gave more viable counts at 24 hours fermentation.

Key words : chestnut yogurt, selection of *Lactobacillus* strains.

서 론

밤은 한방에서 울자(栗子)라고 하여 기(氣)를 더하고 보위(補胃)를 해주며 신기(腎氣)를 돋우는 약재로 이용되고 있고, 울피(栗皮), 울모각(栗毛殼) 등 껍질들도 좋은 한방약으로 사용되고 있으며¹⁾. 수분함량은 61%, 조지방 1%, 회분 1%, 조단백 8.5%, 전분 47%이며, 비타민 A, B, C 등과 칼슘, 칼슘, 인 등 무기질 성분이 함유되어 있어 맛과 영양이 풍부하고 기호도가 높은 식품이다²⁾. 그러나 다양한 가공방법이 개발되지 못해 국내에서 생산되는 밤이 전량 소비되지 못하고 미 수확된 상태로 방치되고 있는 실정이다³⁾.

본 연구에서는 밤 용액을 발효하여 식물성 요구르트 형태로 개발하기 위한 한 방편으로 밤 용액의 유산발효에 적합한 균주를 분리하고자 하였다. 밤 요구르트는 밤이 상대적으로 높은 섬유소 함량으로 인하여 변

비환자에게 처방되어온 식이적 전통⁴⁾과 고섬유성 요구르트가 비만이나 과민성 대장질환⁵⁾을 가진 사람들에게 선호되고, 노인성 변비에 처방되고 있는 점⁶⁾을 고려할 때 기능성을 가질 것으로 생각된다.

식물성 요구르트를 제조하고자 하는 시도는 당근⁷⁾, 야채⁸⁾, 토마토, 두유^{9,10)}, 감자¹¹⁾, 쌀^{12,13)}과 사과박¹⁴⁾, 쌀과 두유 단백질¹⁵⁾ 등에서 시도되었으며 이들 식물성 재료에 적용한 균주들은 전통적으로 요구르트 제조에 이용되어온 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* 및 *Streptococcus thermophilus*의 단독 또는 혼합균주나, 한국인에서 유래한 *Bifidobacterium* 등 다양하다.

유산균은 전분을 직접 발효에 이용하지 못하기 때문에 곡류와 같이 전분 함량이 높은 재료는 전분을 가수분해시키거나 전분 분해력을 가진 균주를 이용해왔다^{12,13)}. 따라서 전분함량이 높은 밤을 발효시키기 위

[†] Corresponding author : Kyung-Ja Lee

해서는 이에 적합한 균주의 분리가 중요하다고 생각되며 또한 이들은 일반적으로 유산균이 선호하지 않는 식물성 재료를 발효하기 때문에 발효 후 저장기간 중 생존능력이 중요할 것으로 짐작된다. 따라서 본 연구에서는 밤을 이용하여 발효음료를 개발하기 위한 준비 과정으로 먼저 발효액의 유산발효에 우수한 적응성을 보이는 미생물을 분리하고자 제반 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 유산균의 분리 및 동정

20~25세의 정상적인 배변습관을 가진 대학생(남학생 10명과 여학생 5명)을 선정하고, 표본은 대상자들이 원하는 시간에 실험실에서 가까운 지정된 장소에서 제공하도록 하였다. 분변 표본은 즉시 냉동저장용 배지¹⁶⁾(BHI 37g, glycerol 100ml, cysteine 0.5g, resazurin 0.1% sol. 1ml, pH 7)에 혐기적으로 희석하고 CO₂ 가스로 치환된 작은 병에 소액 분주하여 -60℃ 냉동고에 보관하였다.

냉동보관된 시료는 실온에서 서서히 용해시키고 희석용 배지에서 혐기적으로 희석한 다음 이중 10⁻¹~10⁻⁶의 것을 TJA와 MRS 평판배지에 도말하고, CO₂ 가스하에서 혐기적으로 3일간 배양하였다. 나타난 집락들 중 그람 양성균을 1차 분리하고 혐기성 배양시험을 수행하여 통성균과 혐기균으로 나누었다. 이들은 추가로 Rapid API32A와 API50CHL 등의 상업용 키트를 이용하여 생화학 시험을 수행하고, 발효산물을 HPLC로 확인한 다음 acetate/lactate의 비율을 계산하였다.

시판 요구르트로부터의 균 분리는 구매한 몇 종의 요구르트를 희석하고 위와 같은 배지와 조건으로 분리 시험하였다.

분변에서 분리한 MIR1, M2R1, M2R6, M3R3, F1R4의 5균주와 시판 요구르트에서 분리한 NBL1,

PAP1, PAP2, MGG1, MGG2의 5균주를 위의 검사결과를 바탕으로 Chevalier의 분류법¹⁷⁾에 따라 동정한 결과 MIR1, M2R1, M2R6, M3R3, NBL1, PAP2의 6주는 *Bifidobacterium*, F1R4, MGG1, MGG2, PAP1의 4주는 *Lactobacillus*였다. 이들을 MRS 배지에서 저장하고 발효에 사용하였다.

2. 발효액의 제조 및 발효

발효액은 밀폐용기에서 냉동시킨 삶은 밤 과육을 60℃의 물에 넣고 해동시킨 다음 균질기로 균질화시키고 LK tube에 넣어 멸균시켰다. 별도 명기된 경우를 제외하고 발효액의 농도는 100ml의 물에 밤 과육 8g의 비율로 현탁시킨 것을 사용하였다.

발효는 멸균한 밤 현탁액에 MRS broth에서 12~15시간 자란 증균배양액을 4% 접종하고 37℃에서 24~48시간 동안 정치 배양하였다.

3. 산도 및 생균수 측정

산도는 발효액 중 5ml를 취하여 증류수 5ml를 가한 후 phenolphthalein 용액을 2~3방울 가한 다음 0.1N NaOH 용액으로 적가하여 분홍색이 나타날 때까지 중화적정하고 소비된 NaOH용액의 ml수를 총산도로 표시하였다.

발효액의 생균수는 발효액을 혐기성 희석액에 10 배수로 순차 희석한 다음 TPY 평판배지에 도말하고 CO₂ 하에서 2~3일 배양하여 나타난 집락을 세고, 집락수에 희석배수를 곱하여 1ml 중 생균수를 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 액상 발효액의 발효

분리한 10주의 균주들을 침전물이 제거되거나 제거되지 않은 발효액에 접종 발효시키고 산도와 균수를 측정해 본 결과는 Table 1과 같다. 침전물이 제거된 배양에서는 산도는 0.90~2.15ml(0.1N NaOH)의 분포

Table 1. Fermentation of chestnut broth

Precipitate		MIR1	M2R1	M2R6	M3R3	F1R4	MGG1	MGG2	NBL1	PAP1	PAP2
with precipitate	TA	2.45	1.70	1.81	1.62	5.26	1.37	1.30	1.76	5.21	1.83
	VC	8.60	8.86	8.98	8.82	9.05	8.66	8.83	8.68	9.32	8.58
without precipitate	TA	2.15	1.73	1.25	1.28	0.90	1.20	1.03	1.03	1.13	1.40
	VC	8.28	8.99	8.67	8.51	8.70	8.93	8.72	8.74	8.73	9.15

TA: titrable acidity, VC: viable count(Log₁₀CFU/ml).

를 보였고 M1R1이 가장 높았으며, 생균수는 $1.9 \times 10^8 \sim 1.4 \times 10^9$ CFU/ml의 분포였고 시험균 중 PAP2와 M2R1이 각각 1.4×10^9 , 9.8×10^8 으로 가장 우수하였다. 침전물이 제거되지 않은 배양에서 생균수는 $3.8 \times 10^8 \sim 2.1 \times 10^9$ 의 분포를 보여 각 분리균이 거의 비슷한 생육을 나타내었지만 F1R4, PAP1이 1.1×10^9 , 2.1×10^9 으로 비교적 높았으며, 이들의 산도는 각각 5.26, 5.21로서 1.30~2.45의 범위의 분산을 보인 다른 균들에 비해 높았다. 따라서 발효 직후의 발효액의 산도와 생균수 면에서는 F1R4와 PAP1이 가장 좋은 것으로 사료된다.

2. 호상 밤 용액의 발효

증숙밤 원료의 농도를 진하게 하여 상층 여액이 나타나지 않도록 호상 상태로 만들어 발효시키기 위하여 증숙밤과 물을 1:1로 섞은 밤죽을 20ml 씩 용기에 넣고 접종액 0.8ml를 가한 다음 2일 배양하고 산도와 균수를 측정할 결과는 Table 2와 같다. 산도는 F1R4와 PAP1이 3.26, 3.66으로 비교적 높았으나 생균수는 MGG1, MGG2, NBL1이 1.7×10^9 , 1.5×10^9 , 1.8×10^9 으로 우수하였다.

3. 발효용액의 저장 중 생균수 변화

시판 요구르트의 저장온도와 유사한 온도(5°C)에 각 분리균주로 발효한 발효액을 3주간 저장하면서 일주일 간격으로 발효액의 생균수를 측정하였다. 그 결과는 Table 3과 같이 3주간 저장 후의 잔여 생균수는

MGG1과 MGG2가 1.0×10^8 과 1.1×10^8 으로 가장 많았으며 최초 균수인 4.6×10^8 과 6.8×10^8 에 비하여 감소가 적었다. F1R4와 PAP1이 최초균수 1.1×10^9 과 2.1×10^9 에서 3주 저장 후 6.4×10^8 과 1.0×10^9 으로 가장 큰 감소를 보여 유통 저장 면에서는 가장 좋지 않았고, MGG1과 MGG2가 가장 좋음을 알 수 있었다.

4. 저장 중 생균수 감소에 미치는 pH의 영향

발효용액의 저장 실험에서 나타난 바와 같이 F1R4와 PAP1의 생균수는 3주 저장 후 다른 균주의 생균수에 비해 현저히 낮았다. 그런데 이들 두 균주의 산도는 다른 균들에 비해 특히 낮았다. 일반적으로 산 생성 능력이 큰 균들은 산에 대한 내성도 크지만, 장기간의 저장에서는 균의 생존율이 산도에 의존할 가능성이 있다. 따라서 저장중의 생균수가 발효액의 pH에 따라 어떻게 변하는지를 알아보기 위해 저장성이 약한 F1R4를 선정하여 발효 제품의 pH를 5.17로 조정하고 다음 12일까지 저장하며 균수 변화를 조사한 결과 Table 4와 같았다.

pH를 조정된 발효액의 생존균수는 5.8×10^6 으로 조정하지 않은 발효액의 2.4×10^4 에 비하여 비해 100배 이상 더 많았다. 따라서 제품의 생균수는 장기 저장 중 발효액의 산도에 의해 크게 영향을 받으므로 유통중 제품의 생균수를 높게 유지시키기 위해서는 산미를 잃지 않는 범위 내에서 최대한 pH를 상승시켜야 함을 확인할 수 있었다.

5. 침전물의 영향

Table 2. Fermentation of thick chestnut broth without supernatant

	M1R1	M2R1	M2R6	M3R3	F1R4	MGG1	MGG2	NBL1	PAP1	PAP2
TA	1.55	1.46	1.44	1.51	3.26	1.35	1.53	1.35	3.66	1.60
VC	7.12	8.06	7.88	8.00	8.15	9.22	9.16	9.24	7.88	9.09

TA: titrable acidity, VC: viable count($\text{Log}_{10}\text{CFU/ml}$). For viable count, 1g of fermented broth was diluted serially, while for measurement of titrable acidity, 2g of fermented broth was diluted to 10 ml with water. VC and TA were measured as in Material and Methods. Chestnut concentration: cooked chestnut:water=1:1

Table 3. Changes of viable count in fermented chestnut broth during storage

Storage (weeks)	Viable count($\text{Log}_{10}\text{CFU/ml}$)									
	M1R1	M2R1	M2R6	M3R3	F1R4	MGG1	MGG2	NBL1	PAP1	PAP2
0	8.60	8.86	8.98	8.82	9.05	8.66	8.83	8.68	9.32	8.58
1	8.20	8.40	8.34	8.56	8.69	8.53	8.82	8.41	8.93	8.21
2	7.62	7.96	7.85	7.90	4.02	8.14	8.64	8.24	6.10	7.93
3	5.05	6.82	6.50	6.84	2.80	8.00	8.03	7.02	3.00	6.62

Chestnut concentration: 8g in 100ml water

Table 4. Effect of pH on the viable count of fermented chestnut broth during storage

pH adjustment		Storage period(days)		
		0	6	12
pH unadjusted,	pH	3.57	3.56	3.46
	TA	4.45	3.93	3.75
	VC	8.14	7.78	4.38
pH adjusted to 5.17	pH	5.17	5.71	5.17
	TA	1.03	0.52	0.70
	VC	7.61	8.00	6.76

VC: viable count(\log_{10} CFU/ml), TA: titrable acidity.

증숙밤의 현탁액에는 증숙밤 1g당 약 0.25g(건조중량)의 침전물이 형성되어 발효액의 하단부분에 가라앉아 있음이 관측된다. 따라서 이러한 침전물의 양이 발효액의 산도와 균수에 어떠한 영향을 미치는지와 저장 중의 산도와 균수에 어떠한 영향을 미치는지를 검토하기 위하여 증숙밤 10%의 현탁액에, 별도로 원심분리하고 세척한 다음 건조시킨 침전물을 0~23% 범위에서 서로 다른 농도로 첨가하고 균을 접종시켜 발효시킨 다음 산도와 균수를 비교 관찰하였다. 이 실험을 위하여 산도와 생균수가 높은 F1R4와 산도는 낮지만 저장성이 있는 MGG1을 이용하였다. 그 결과는 Table 5에서와 같이 발효중 침전물의 영향은 매우 적었다. MGG1은 침전물이 제거된 발효액에서 산도와 생균수는 1.43과 4.1×10^8 이었으나 23%의 침전물을 함유한 발효액은 1.0^8 과 1.8×10^8 이었으며, F1R4는 4.42와 1.0×10^8 및 4.05와 3.6×10^7 으로 같은 경향을 보여 침전물에 의해 산도와 균수가 미약하게나마 감소하는 경향을 보였다.

저장 중 침전물의 영향은 12일간 저장 후 MGG1은 침전물이 없는 경우 산도와 균수가 1.43과 1.4×10^8 였고 23%의 침전물에서 1.13과 1.1×10^7 이었으며, F1R4의 경우는 각각 4.70과 1.1×10^3 및 4.40과 4.8×10^3 인 것으로 나타나 MGG1와는 달리 F1R4에서는 침전물이 저장 중 생균수의 감소를 저지시켰으나 그 영향은 적었다.

6. 혼합배양의 영향 및 호상제품의 저장성

분리 균주들 중에서 발효 후 생균수 면에서는 PAP1, F1R4 등이 우수하고 저장 중 생균수의 보존성 면에서는 MGG1, MGG2 등이 우수하였다. 이들 중에서 PAP1과 MGG2를 선정하였다.

PAP1과 MGG2는 서로 상이한 성질을 가져 이들을 단독 선정하여 사용하면 제품의 특성이 매우 다르며 각각 장단점을 가져 최선을 가리기 어렵기 때문에 이들을 혼합 배양하였을 때 산도와 생균수 면에서 어떠한지를 검토하였다. 그 결과 Table 6에서와 같이 혼합 배양 발효액의 산도와 생균수는 0.99와 2.8×10^8 로 MGG2와 PAP1 각각의 단독배양액의 산도와 생균수 0.71과 9.0×10^8 및 0.87과 2.5×10^9 보다 더 컸다.

저장성을 살펴보기 위하여 발효액에 상층여액이 나타나지 않도록 증숙밤을 가하여 총 50%의 고형분이 되도록 조정한 다음 5°C에서 3주 저장 후 혼합 발효액의 산도와 생균수를 측정하였을 때 각각 0.72와 1.9×10^8 이었고, MGG2와 PAP1의 단독배양액은 각각 0.99와 1.1×10^8 및 0.73과 1.0×10^3 이었다. 따라서 혼합 발효액의 3주 저장 후 생균수는 각각의 단독배양 생균수의 합보다 더 컸다. pH를 5.17로 조정 후 3주 저장한 발효액의 산도와 생균수는 혼합배양액이 0.37과 4.4×10^7 이었고, MGG2와 PAP1의 단독배양액이 각각 0.72와 9.6×10^7 및 0.28과 1.0×10^4 이었다. 이러한 결과는 3주까지

Table 5. Effect of precipitate on viable count and acidity during storage

Strain	Storage (day)		Precipitate concentration(%)			
			0	2.3	10	23
MGG1	0	TA	1.43	1.25	1.20	1.08
		VC	8.61	8.12	8.63	8.28
	12	TA	1.43	1.15	1.28	1.13
		VC	8.14	7.49	7.38	7.03
F1R4	0	TA	4.42	4.28	4.10	4.05
		VC	8.00	8.78	7.72	7.56
	12	TA	4.70	4.25	4.13	4.40
		VC	3.02	2.90	5.08	3.68

TA: Titrable acidity, VC: Viable count(\log_{10} CFU/ml), Chestnut concentration: 10g in 100 ml water, Storage temperature at 4°C.

Table 6. Changes in viable counts and acidity of chestnut broth fermented by mixed cultures during storage

Strain		0		1 week		2 weeks		3 weeks	
		TA	VC	TA	VC	TA	VC	TA	VC
MGG2	Control	0.71	8.95	0.73	8.82	1.02	7.90	0.99	8.03
	pH adj	0.34	9.02	0.39	9.17	0.40	8.02	0.72	7.98
PAP1	Control	0.87	9.39	0.83	8.69	0.82	7.30	0.73	3.00
	pH adj	0.45	9.46	0.43	9.27	0.49	7.86	0.28	4.00
M+P	Control	0.99	9.45	0.73	8.89	0.83	7.91	0.72	8.27
	pH adj	0.41	9.31	0.38	8.90	0.43	7.91	0.37	7.64

TA: Titrable acidity, VC: Viable count(log₁₀CFU/ml), Control: pH uncontrolled, pH adj: pH adjusted to 5.17, M+P: MGG2+PAP1, Before storage cooked chestnuts were added to fermented broths to make final concentration of 50%.

의 저장에서 혼합배양액의 생균수는 pH 조정된 경우 보다 더 높아 저장성도 우수한 것으로 나타났다.

7. 액상 제품에서의 저장성

선정한 PAP1과 MGG2를 혼합배양하고 발효액에 증류수, 당액, 또는 당액과 밤용액의 혼합을 각각 1:1로 섞고, 5°C에서 3주까지 저장하면서 균수의 변화를

Table 7. Changes in viable counts and acidity of fermented chestnut broth on different condition during storage

Storage (weeks)		Water	Sugar	Chestnut broth	S + C
0	pH	3.32	3.32	3.32	3.32
	TA	1.77	1.77	1.77	1.77
	VC	9.00	9.08	9.08	9.08
1	pH	3.36	3.32	3.48	3.31
	TA	1.76	3.13	1.79	2.53
	VC	7.39	7.95	7.74	9.22
2	pH	3.48	3.41	3.58	3.39
	TA	1.91	2.40	2.06	2.57
	VC	6.62	6.81	7.29	8.06
3	pH	3.37	3.25	3.49	3.28
	TA	1.85	2.66	1.98	2.80
	VC	3.65	4.60	5.98	7.64

TA: Titrable acidity, VC: Viable count(log₁₀CFU/ml), Sugar: 10% solution (sucrose:high fructose syrup:honey=2:2:1), For storage fermented broth and tested solution were mixed equal volume and kept at 4°C, S+C: Sugar+ Chestnut broth(1:1).

조사한 결과는 Table 7과 같았다. 선정된 혼합균주는 2주에서 3주 사이에 4.1×10⁶에서 4.5×10³으로 균수가 감소되어 2주 이상의 저장에서는 균수 유지에 문제가 있음을 발견할 수 있었다. 이러한 문제를 발효 후 조미액을 첨가하여 해결될 수 있는지를 검토하기 위하여 당, 밤 용액 및 당과 밤 용액의 혼합액을 각각 동량 가하고 3주까지 같은 온도에서 저장하면서 균수의 변화를 조사하였을 때 3주 저장액의 균수는 4.5×10³에서 각각 4.0×10⁴, 7.6×10⁵ 및 4.4×10⁷으로 증가되었다. 따라서 제품의 저장 중 균수는 제품의 구성성분에 크게 의존함을 알 수 있었다.

8. 수입 종균제품과의 비교 시험

본 연구에서 분리한 균주가 발효유제품을 만드는데 이용되는 상업용 균주와 비교하여 밤용액에서의 발효

Table 8. Comparison of selected strains and commercial strains in fermentation of chestnut broth

Strains	Inoculation	Culture time(hr)		
		0	24	
PAP1+MGG2	Culture broth	pH	4.60	3.32
		TA	0.77	3.54
		VC	8.27	9.16
MSK B2	Dried powder	pH	5.89	3.53
		TA	0.44	2.66
		VC	8.32	8.51

TA : Titrable acidity, VC: Viable count(log₁₀CFU/ml), MSK B2 : mixed culture of *S. thermophilus*, *B. infantis* and *L. acidophilus*.

능력에서 어떠한 차이를 나타내는지를 시험하기 위하여, 수입종균 제품 MSK B2(Wisby GmbH & Co. Germany)와 Phytone peptone 0.4%, yeast extract 0.2%, glucose 0.5%를 보충한 8%의 발효액에서 하룻밤 배양한 PAPI와 MGG2의 종균액을 각각 0.2와 2%씩 접종 배양한 결과는 Table 8에서와 같았다.

접종 직후의 생균수와 산도는 MSK B2가 2.1×10^8 과 0.44였고, PAPI와 MGG2의 혼합은 1.9×10^8 과 0.77이어서, 생균수는 비슷하였으나 산도는 선정된 균주가 더 높았다. 24시간 배양 후의 생균수와 산도는 MSK B2가 각각 3.2×10^8 과 2.66이었고, 선정된 균주는 1.4×10^9 과 3.54였다. 따라서 본 연구에서 분리한 균이 발효액의 발효에 더 큰 적성을 나타내었다.

요 약

성인 남녀의 분변과 시판 요구르트로부터 분리한 10주의 균주들을 발효액에 접종 발효하고 산생성과 생균수 면에서 각각 우수한 *Lactobacillus* spp. PAPI와 MGG2를 분리하였다. 발효액의 저장 중 균수는 발효액의 산도에 의존하였고 산도를 낮추었을 때 생균수는 증가하였다. 이들을 혼합 배양하였을 때 발효제품의 산도와 생균수는 각각의 단독배양액에 비하여 더 컸으며 3주간 저장 후 생균수도 100배 이상 컸다. 발효액의 발효에서 이들을 상업용 수입 종균제품과 비교하였을 때 24시간 배양에서 생균수가 더 많았다.

감사의 글

이 연구는 농림부 연구비(1999년 농림특정연구과제)에 의해 수행된 연구의 일부이며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- 허 준: 동의보감, 김의건 역, 대성출판사, p.393 (1985).
- 보건복지부 식품의약품안전본부: 한국식품성분표, p.76 (1996).
- 산림청자료 G147-0759: 밤박피 기계개발에 관한 연구, 연구기관 한국식품개발연구원 (1998).
- 대한영양사회: 임상영양관리 지침서, p.302~306 (1999).
- Hasler W. L.: Irritable bowel syndrome, *Cur. Opinion Gastroenterol.*, 11, 16~21 (1995).
- Floch, M. H. and Moussa, K.: Probiotics and dietary fiber: the clinical coming of age of intestinal microecology [editorial] [see comments], *J. Clin. Gastroenterol.*, 27, 99~100 (1998).
- 박소영, 고영태, 이주연, 목철균, 박종현, 지근억: *Bifidobacterium*에 의한 당근발효, *한국식품과학회지*, 29, 571~575 (1997).
- 김기현, 여익현, 구영조, 유진영: 야채 발효음료 제조방법, 특허공보 제1653호 (1989).
- 고영태: 미생물 protease 또는 papain으로 처리된 두유에서 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 제조, *한국식품과학회지*, 21, 379~386 (1989).
- 유주현, 유인덕, 진효상: *Lactobacillus acidophilus*와 *Saccharomyces uvarum*의 혼합배양에 의한 두유의 발효중 당 이용에 미치는 상호작용, *한국산업미생물학회지*, 17(6), 533~538 (1989).
- 신용서, 성현주, 김동환, 이갑상: 감자를 이용한 요구르트의 제조와 특성, *한국식품과학회지*, 26, 266~271 (1994).
- 박종현, 송혜경, 안준배, 지근억, 목철균: 한국인 유래의 amylolytic *Bifidobacterium*에 의한 쌀발효, *한국식품과학회지*, 29, 581~587 (1997).
- Tominaga, M. and Sato, K.: Lactic acid fermentation of saccharified solution from rice flour, *J. Food Technol.*, 61, 627~631 (1996).
- 이주현, 박종현, 장학길, 목철균: 쌀과 사과박 혼합물을 이용한 *Bifidobacterium* 발효제품의 개발, *한국산업미생물학회지*, 27, 333~338 (1999).
- Mok, C. K., Han, J. S., Kim, Y. J., Kim, N. S., Kwon, D. Y. and Nam, Y. J.: Risogurt, a mixture of lactic acid fermented rice and soybean protein: Development and properties, *Kor. J. Food Technol.*, 23, 745~749 (1991).
- Balmer, S. E. and Wharton, B. A.: Diet and fecal flora in the newborn: breast milk and infant formula, *Archives of Disease in Childhood*, 64, 1685~1690 (1989).
- Chevalier, P., Roy, D. and Ward, P.: Detection of *Bifidobacterium* species by enzymatic methods, *J. Appl. Bacteriol.*, 68, 619~624 (1990).

(2001년 4월 28일 접수)