

濃縮大豆蛋白으로 제조된 유산균음료의 저장성

白仁淑 · 林淑子 · 高榮泰

덕성여자대학 식품영양학과

Keeping Quality of Yogurt Beverage Prepared from Soy Protein Concentrate

In-Sook Paik, Sook-Ja Lim and Young-Tae Ko

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's College, Seoul

Abstract

Soy yogurt beverage(SYB) was prepared from soy protein concentrate and the effect of stabilizers on the sedimentation of SYB curd and the microbiological quality of SYB during storage were investigated. The curd in SYB precipitated significantly during the first one hour of storage and the sedimentation of curd was reduced by the addition of CMC of over 0.6%, PGA of over 0.2% or Na-alginate of over 0.05%. SYB could be kept for 66 days at 5°C without significant change in viable cell count of lactic acid bacteria. pH, titratable acidity and viable cell count of SYB were significantly changed from 42 days of storage at 25°C. Some of SYB samples were contaminated by fungi and the growth of fungi was greatly inhibited by the addition of K-sorbate of 0.005%.

序 論

오늘날 우유요구르트가 전세계적으로 널리 애용되고 있는 이유는 영양이 우수한 우유로 만들었을뿐만아니라 인체에 유익한 유산균이 함유되어있기 때문이다. 대두요구르트도 영양이 우수한 대두를 원료로 만들었다는 점과 인체에 유익한 유산균을 다량으로 함유한다는 점에서 그 영양가가 우유요구르트에 상당한다고 볼수 있겠다. 대두단백질은 우유의 카제인과 그 性狀이 유사하여 대두의 유산균발효, 즉 대두요구르트의 제조에 관해서는 비교적 많은 연구가 있었다.¹⁻¹⁸⁾ 지금까지의 대두요구르트에 관한 국내외의 연구를 요약해보면, 두유에서는 *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* 등의 균주가 단독으로 혹은 이들의 혼합균주가 우수한 생육과 산생성을 보이며^{5, 8, 9, 11, 13, 16-18)}, 일반적으로 두유에서의 유산균의 생육과 산생성은 우유에서보다 떨어지나 각종 첨가물(糖, Skim milk, 단백질가수분해물, 아미노산, yeast extract, whey powder 등)에 의해 크게 향상되었다.^{2, 5, 8, 10, 11, 15-18)} 그리고 탈지대두유보다는 두유가 유산균 생육의 우수한 배지였으며,¹¹⁾ 우유에 大豆粉을 첨가하여 만든 요구르트의 조직은 우유요구르트에 비하여 불량하였으나, 분리대두단백(soy protein isolate)을 첨가함에 의하여 그 품질이 크게 개선되었다.⁴⁾ 이상의 연구의 내

용을 검토하여보면 대두요구르트의 저장성에 관한 연구가 거의 이루어져있지 않은 실정이다.

본 연구는 前報¹⁹⁾와 함께 대두유산균음료의 저장성에 관하여 기본적인 자료를 제시하기 위하여 이루어졌다. 前報¹⁹⁾에서는 脱脂大豆로 유산균음료를 제조하여 그 저장성을 조사하였으며, 본 연구에서는 농축대두단백(soy protein concentrate)으로 유산균음료를 제조하여 커드(curd)의 안정성과 미생물학적인 저장성을 조사하였다.

材料 및 方法

사용균주

한국중균협회에서 분양받은 *Lactobacillus acidophilus* (KFCC 12731)를 사용하였다. 유산균주의 보존용 배지로는 MRS한천배지(Oxoid Limited)를 사용하였다.

두유와 대두요구르트의 제조

미국 ADM Foods의 soy Protein concentrate¹⁷⁾를 구입하여 고형분함량이 6.27% w/w가 되도록 두유를 만들고,¹⁷⁾ 여기에 포도당 5% (w/w)를 가하였다. 이와같이 준비된 두유 100ml를 가열살균(95°C, 30min)한 후 실온까지 냉각시키고, MRS broth에서 24시간 배양한 유산균 배양액을 2.5% (v/v)의 비율로 접종하여 37

℃의 항온기에서 24시간 배양하였다.

대두유산균음료의 침전도 시험

배양이 완료된 커드상의 요구르트 100ml를 3배의 증류수로 희석한뒤, 자당(15%, w/w)을 가하고 충분히 교반하여 대두유산균음료를 제조하였다. 여기에 Na-carboxy methyl cellulose(Junsei Chemical, extra pure) 0~1.5%, propylene glycol alginate(Tokyo Kasei, Chemical pure) 0~1.2%, 또는 Na-alginate (Sigma Chemical, Type IV) 0~0.15%를 각각 다른 농도로 첨가하여 침전도 시험의 시료로 사용하였다. 침전도 시험은 前報¹¹⁾와 동일하게 하였으며, 준비된 시료를 100ml의 메스 실린더에 정확히 100ml씩 넣고 靜置한 상태에서 일정한 시간마다 上澄液과 커드의 분리상태를 관찰하여 표준시료(안정제가 첨가되지 않은 液狀의 대두유산균음료)와 비교하여 CMC, PGA, Na-alginate에 의한 커드 침전 억제효과를 관찰하였다. 침전의 정도는 메스 실린더의 뒷부분에 생기는 上澄液의 ml수로 측정하였다.

미생물학적인 저장성의 조사

이 실험에서 사용된 시료는 침전도 시험에 사용된 표준시료와 거기에 0.005%의 K-sorbate를 가한것이다. 그리고 커드상의 요구르트로부터 液狀의 유산균음료를 제조하는 과정에서 오염을 극소화시키기 위하여 모든 조작은 가능한한 무균적으로 실시하였다. 제조된 대두유산균음료를 100ml씩 살균된 250ml 삼각플라스크에 넣어 5℃(냉장고)와 25℃(항온기)에 66일 또는 48일간 보존하면서 6일 단위로 하나씩 꺼내어 유산균수, 산도, pH, fungi(효모와 곰팡이)수를 측정하였다. 유산균수, 산도, pH 및 fungi 측정은 前報¹¹⁾와 동일하게 하였다.

이상의 실험(침전도 시험, 미생물학적인 저장성의 조사)은 4회에 걸쳐서 되풀이 하였다.

結果 및 考察

안정제에 의한 침전 억제효과

우리나라에서 생산되는 우유요구르트의 경우 대부분의 회사가 단백질의 침전을 방지하는 안정제로서 CMC 또는 PGA를 사용하고 있다.¹²⁾ 대두유산균음료의 경우도 과거의 관능검사의 결과¹¹⁾에서 지적한바와 같이 시간이 경과함에 따라 주로 단백질로 생각되는 커드의 침전이 생기어 본 연구에서는 대두유산균음료에 CMC, PGA, Na-alginate를 첨가하여 이들에 의한 침전 억제효과를 관찰하였다.

Table 1은 CMC에 의한 커드 침전 억제효과를 보여 주고 있다. CMC의 첨가가 없는 대두유산균음료의 경우(0%), 0 시간부터 1 시간사이에 상당한 침전이 있었고 그 후에는 72시간이 경과해도 그다지 침전이 일어나지 않았다. 여기에 CMC를 여러가지 농도로 가했을 때 0.6% 이상의 농도에서는 침전 억제효과가 뚜렷하게 보였으며, 1.2%의 농도에 의하여 커드의 침전이 72시간까지 전혀 일어나지 않았다. 우리나라의 우유요구르트에는 현재 안정제가 전혀 첨가되지 않은 제품도 있으나 대부분의 제품이 0.2~1.0%의 CMC를 함유하고 있는데,¹²⁾ 본 실험의 결과에서 나타난 대두유산균음료의 침전을 억제할 수 있는 농도(0.6% 이상)는 우유요구르트에 첨가된 농도의 범위(0.2~1.0%)내에 있는 것으로 생각된다.

Table 2는 PGA에 의한 커드 침전 억제효과를 보여 주고 있다. 이 경우는 CMC와는 달리 0.2%에 의해서도 침전 억제효과가 나타나기 시작했으며, 1% 정도에

Table 1. Effect of CMC on sedimentation of curd in soy yougurt beverage

Time (hr)	Concentration of CMC (%)					
	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
	(Degree of sedimentation)					
0	0	0	0	0	0	0
1	78	62	4	0	0	0
3	80	73	45	2	0	0
6	80	78	58	7	0	0
12	80	79	65	31	0	0
24	81	80	70	40	0	0
48	81	80	73	43	0	0
72	81	80	74	44	0	0

의하여 72시간까지 침전이 거의 발생하지 않았다. 우리나라의 우유요구르트에 함유된 PGA의 농도는 0.15 ~ 0.4%의 범위내에 있는데²⁰⁾, 본 실험의 대두유산균음료의 침전을 억제할 수 있는 농도(0.2% 이상)도 우유요구르트에 첨가된 농도의 범위내에 있는것으로 생각된다.

한편 脫脂大豆로 제조된 유산균음료의 결과¹⁹⁾와 비교해보면, 본 실험의 농축대두단백으로 제조된 유산균음료의 경우가 커드의 침전이 훨씬 빨리 발생하고 침전을 억제하는데 필요한 CMC나 PGA의 농도도 탈지대두유산균음료보다 더 많은 양이 필요했다. 그 이유는 농축대두단백에는 대두에 본래부터 존재하면서 안정제 역할을 하는 조섬유(crude fiber)의 양이 脫脂大豆보다 적기 때문이 아닌가 생각된다.

Table 3은 Na-alginate에 의한 커드 침전 억제효과로서, 이 경우는 CMC나 PGA에 비하여 매우 낮은 농도, 즉 0.05%에서 침전 억제효과가 나타나기 시작하여 0.1%의 농도에 의하여 72시간까지 침전이 전혀 일어나

지 않았다. 본 실험에서 사용된 Na-alginate(Sigma Chemical, Type IV)가 같은 농도의 CMC나 PGA에 비하여 高粘度의 안정제이며, 대두단백질에 대한 안정작용이 높기 때문이 아닌가 생각된다. Na-alginate는 우리나라에서는 식품첨가물로 허용되어 있으나 시판의 우유유산균음료에는 사용되지 않고 있다. 그러나 본 실험의 결과로는 대두유산균음료에 있어서 CMC나 PGA보다 낮은 농도에서 단백질 안정작용이 있는 것으로 나타났다.

미생물학적인 저장성

본 연구에서는 대두유산균음료를 제조하고 일부 시도에는 보존료(preservative)로 K-sorbate(0.005%),를 첨가하여 냉장고(5℃)와 여름철의 실온에 가까운 온도(25℃의 항온기)에 보존하면서 유산균의 생육과 산생성, 그리고 효모와 곰팡이에 의한 오염도를 관찰하였다.

Table 4는 K-sorbate가 첨가되지 않은 시료를 5℃에 저장한 것으로서, 66일이 경과하여도 유산균수는 처

Table 2. Effect of PGA on sedimentation of curd in soy yogurt beverage

Time (hr)	Concentration of PGA (%)						
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
	(Degree of sedimentation)						
0	0	0	0	0	0	0	0
1	78	68	1	0	0	0	0
3	79	68	29	0	0	0	0
6	80	69	46	3	0	0	0
12	80	70	49	16	1	0	0
24	80	72	52	25	3	0	0
48	80	73	55	32	15	1	0
72	80	73	57	35	19	2	0

Table 3. Effect of Na-alginate on sedimentation of curd in soy yogurt beverage

Time (hr)	Concentration of Na-alginate (%)					
	0	0.05	0.08	0.09	0.1	0.15
	(Degree of sedimentation)					
0	0	0	0	0	0	0
1	75	68	60	43	0	0
3	79	70	66	54	0	0
6	80	71	68	57	0	0
12	80	71	69	59	0	0
24	81	72	70	60	0	0
48	81	72	71	62	0	0
72	81	73	71	63	0	0

음과 거의 차이가 없었으며, 산생성량은 실험기간 전체를 통하여 완만한 증가를 보였다. 우리나라의 식품위생법에 의하면 유산균음료의 경우 유산균수는 1cc당 10^6 이상으로 규정하고 있는데 본 실험의 시료에서는 66일이 경과하여도 유산균수가 10^6 이상을 유지하는 매우 좋은 결과를 보였다.

Table 5는 25°C에 저장된 시료의 결과로서 산의 생성이 급격히 증가하여 최초 6일만에 이미 5°C의 66일째의 산생성량에 도달하였고, 생균수는 12일까지는 처음과 비슷한 수준을 유지하다가 18일부터 급격히 감소하였다. 25°C에서는 비교적 완만하기는 하나 미생물의

대사가 일어난 것으로 해석된다.

한편 前報¹¹⁾에서는 脫脂大豆로 유산균음료를 제조하여 5°C와 25°C에서 그 저장성을 조사하였는데, 5°C와 25°C 모두 실험기간 전체를 통하여 산의 생성량이 SPC의 경우보다 대체적으로 높았으며, 탈지대두 유산균음료의 25°C의 경우 생균수의 감소가 SPC- 유산균음료보다 6일 늦게 나타났다. 이와같은 결과가 나온 이유는 脫脂大豆가 SPC보다 未精製된 상태이므로 유산균의 생육에는 다소 우수한 배지가 된 것이 아닌가 생각된다.

우리나라의 우유요구르트에서 효모와 곰팡이(특히 효

Table 4. Changes in quality of soy yogurt beverage during storage at 5°C

Period of storage (day)	pH	Titrateable acidity (%)	Lactic acid bacteria (count/ml)	Fungi (CFU/ml)
0	4.10	0.23	1.0×10^9	0 - 30
1	4.00	0.26	1.0×10^9	1 - 40
3	4.00	0.25	1.1×10^9	0 - 20
6	3.95	0.25	1.3×10^9	0 - 10
12	3.80	0.27	1.0×10^9	1 - 10
18	3.75	0.32	1.2×10^9	0 - 30
24	3.70	0.33	1.3×10^9	0 - 10
30	3.65	0.36	1.2×10^9	0
36	3.65	0.37	1.3×10^9	1 - 100
42	3.60	0.39	1.5×10^9	0 - 140
48	3.60	0.41	1.2×10^9	0 - 100
54	3.50	0.46	1.3×10^9	0 - 40
60	3.50	0.50	1.2×10^9	0
66	3.40	0.51	1.4×10^9	0 - 20

Table 5. Changes in quality of soy yogurt beverage during storage at 25°C

Period of storage (day)	pH	Titrateable acidity (%)	Lactic acid bacteria (count/ml)	Fungi (CFU/ml)
0	4.00	0.22	1.1×10^9	0 - 100
1	3.80	0.29	1.4×10^9	0 - 2
3	3.60	0.45	1.7×10^9	0 - 13
6	3.50	0.50	1.4×10^9	0 - 80
12	3.45	0.57	1.1×10^9	0 - 200
18	3.45	0.57	1.2×10^8	0 - 210
24	3.40	0.59	5.0×10^7	0 - 80
30	3.35	0.60	1.5×10^7	0 - 410
36	3.40	0.60	5.3×10^6	0 - 100
42	3.40	0.62	5.1×10^6	0 - 100
48	3.35	0.66	Not determined	Not determined

모)에 의한 오염이 위생학적인 문제가 되는것은 잘 알려진 사실이다.¹¹⁾ 대두유산균음료에도 효모와 곰팡이가 나타났다. 본 실험은 여러번 되풀이 된 실험으로서 시료에서 fungi가 나타난 경우도 있었으나, 전혀 나타나지 않은 경우도 많았으므로 Table 4, Table 5의 fungi 수를 표시하는 범위 (range)로 표시하였다.

Table 4, Table 5를 보면 대체로 5°C에서보다 25°C에서 fungi가 더 많이 나타났으며, 저장초기 보다는 후반기에 fungi수가 약간 더 많았다. 그리고 대체적으로

효모보다는 곰팡이에 의하여 오염된 시료가 더 많았는데, 대두요구르트 커드로부터 대두유산균음료를 제조할 때 fungi에 의한 오염을 극소화시키기 위하여 모든 실험 기구를 살균한 후 사용하였으나 주로 공기중의곰팡이에 의하여 시료가 오염된 것으로 생각된다.

우리나라의 우유유산균음료에는 곰팡이나 효모의 생육을 억제하기 위하여 0.005%의 K-sorbate를 첨가하고 있는데, 본 실험에서도 제조된 대두유산균음료에 K-sorbate (0.005%)를 첨가하여 유산균의 생육과 산생

Table 6. Effects of K-sorbate on quality of soy yogurt beverage during storage at 5°C*

Period of storage (day)	pH	Titrateable acidity (%)	Lactic acid bacteria (count/ml)	Fungi (CFU/ml)
0	4.15	0.23	1.2×10^9	1 - 20
1	4.00	0.26	1.1×10^9	1 - 10
3	4.00	0.26	1.0×10^9	0 - 1
6	3.90	0.26	1.1×10^9	0 - 1
12	3.85	0.28	1.2×10^9	0 - 10
18	3.85	0.32	1.1×10^9	1 - 10
24	3.70	0.32	1.3×10^9	0 - 1
30	3.65	0.36	1.2×10^9	0 - 10
36	3.65	0.38	9.7×10^8	0 - 10
42	3.60	0.39	1.2×10^9	0 - 10
48	3.60	0.41	1.4×10^9	0 - 1
54	3.50	0.43	1.3×10^9	1 - 20
60	3.50	0.47	1.3×10^9	0
66	3.40	0.50	1.3×10^9	0 - 10

*The concentration of K-sorbate added was 0.005%.

Table 7. Effects of K-sorbate on quality of soy yogurt beverage during storage at 25°C*

Period of storage (day)	pH	Titrateable acidity (%)	Lactic acid bacteria (count/ml)	Fungi (CFU/ml)
0	4.00	0.22	1.1×10^9	0 - 1
1	3.80	0.28	1.5×10^9	0 - 20
3	3.60	0.44	1.7×10^9	0 - 20
6	3.50	0.50	1.8×10^9	0 - 20
12	3.45	0.57	1.2×10^9	0 - 10
18	3.45	0.57	7.3×10^7	0 - 10
24	3.40	0.58	5.9×10^7	0 - 20
30	3.40	0.58	1.7×10^7	0 - 30
36	3.40	0.59	6.5×10^6	0 - 1
42	3.40	0.62	5.5×10^6	0 - 40
48	3.35	0.64	Not determined	Not determined

*The concentration of K-sorbate added was 0.005%.

성 그리고 fungi의 생육에 미치는 영향을 관찰하였다. Table 6 (5℃), Table 7 (25℃)에 나타난바와 같이 첨가된 K-sorbate는 유산균의 생육과 산생성에는 아무런 영향을 미치지 않았으나, fungi의 생육을 크게 억제시켰으며 이러한 경향은 25℃에서 더 현저했다.

要 約

본 연구는 농축대두단백으로 대두유산균음료를 제조하여 안정제에 의한 커드의 침전 억제효과와 미생물학적인 저장성을 조사한 것으로서 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 대두유산균음료의 커드는 0 시간부터 1 시간 사이에 상당한 침전을 보였으며, 여기에 첨가된 CMC(0.6% 이상), PGA(0.2% 이상) 또는 Na-alginate(0.05% 이상)에 의하여 커드의 침전이 현저하게 억제되었다. 대두유산균음료를 5℃에 저장한 경우, 66일이 경과하여도 유산균수는 처음과 거의 차이가 없었으며 산생성량은 실험기간 전체를 통하여 완만한 증가를 보였다. 한편 25℃의 경우, 12일까지 산의 생성이 급격히 증가하였으며 생균수는 12일까지는 처음과 비슷한 수준을 유지하였으나 18일부터는 급격히 감소하였다. 5℃, 25℃ 두 경우 다 대두유산균음료에 fungi에 의한 오염이 보였으며 25℃의 시료에 fungi가 더 많았다. 그리고 대두유산균음료에 첨가된 K-sorbate(0.005%)는 유산균의 생육과 산생성에는 아무런 영향을 미치지 않았으나 fungi의 생육을 크게 억제시켰다.

謝 意

본 연구는 한국과학재단 지원 연구비에 의하여 이룩된 연구의 일부로 한국과학재단에 깊은 謝意를 드리는 바입니다.

文 獻

1. Yamanaka, Y. and Furukawa, N.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **16**, 572 (1969)
2. Yamanaka, Y. and Furukawa, N.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **17**, 456 (1970)
3. Yamanaka, Y. and Okumura, S.: *U.S. Patent*, 3535117 (1970)
4. Andres, C.: *Food Processing*, **39**(11), 67 (1978)
5. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J.: *J. Food Technol.*, **15**, 647 (1980)
6. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J.: *J. Food Technol.*, **15**, 653 (1980)
7. Pinthong, R., Macrae, R. and Dick, J.: *J. Food Technol.*, **15**, 661 (1980)
8. 김오섭, 김창한: *산업미생물학회지*, **7**, 205(1979)
9. 오혜숙, 이경혜, 윤선: *한국영양학회지*, **14**, 175 (1981) 9.
10. 이재성, 한광주, 서기봉: *한국식품과학회지*, **4**, 194 (1972)
11. 이호: *고려대학교 석사학위논문*(1980)
12. Patel, A., Waghmare, W. and Gupta, S.: *Process Biochem.*, **15**(7), 9 (1980)
13. Angeles, A. and Marth, E.: *J. Milk and Food Technol.*, **34**, 30 (1971)
14. Angeles, A. and Marth, E.: *J. Milk and Food Technol.*, **34**, 63 (1971)
15. Kanda, H., Wang, H., Hesseltine, C. and Warner, K.: *Process Biochem.*, **11**(5), 23 (1976)
16. 성원희, 임숙자, 고영태: *한국식품과학회지*, **16**, 120 (1984)
17. 유지창, 임숙자, 고영태: *한국식품과학회지*, **16**, 143 (1984)
18. 이정숙, 고영태, 백정기: *한국농화학회지*, **27**, 7 (1984)
19. 고영태, 김영배, 백정기: *한국농화학회지*, **27**, 163 (1984)
20. 강국희: *성대과학기술연구*, **9**, 181(1981)
21. 홍종해, 이용욱: *대한보건의학회지*, **7**, 19(1981)

(1985년 1 월 12 일 접수)