

대두 요구르트의 제조에 관한 연구

—脫脂大豆로 제조된 유산균음료의 저장성—

高榮泰 · 金永培* · 白定基**

덕성여자대학 식품영양학과 · 고려대학교 농과대학* · 롯데칠성음료주식회사**
(1984년 7월 9일 수리)

Studies on Production of Soy Yogurt

—Keeping Quality of Yogurt Beverage Prepared from Defatted Soy Flour—

Young-Tae Ko, Young-Bae Kim* and Jung-Ki Paik**,

Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's College, College of Agriculture,
Korea University*, Lotte-Chil Sung Beverage Co., LTD.**, Seoul, Korea

Abstract

Soy yogurt beverage (SYB) was prepared from defatted soybean flour and flavor, effect of stabilizers on sedimentation and change of acidity and cell concentration during storage of SYB were investigated. The flavor of SYB rated significantly different and slightly inferior to milk yogurt although flavors added to SYB improved the acceptability. The curd in SYB precipitated greatly during the first 24 hours of storage. The sedimentation of curd was reduced by the addition of CMC of 0.4% or PGA of 0.1%. SYB can be kept at 5°C for 48 days without significant change in viable cell count of lactic acid bacteria. pH, titratable acidity and viable cell count of SYB was significantly changed for 48 days at 25°C. Some of SYB samples were contaminated by yeast and mold.

緒 論

대두는 가격이 저렴하고 영양가가 높은 단백질 원이지만 소화율이 낮고 특유의 콩비린내 (beany flavor)가 있으므로 그 이용이 제한을 받고 있다. 대두의 소화율을 높이고 콩비린내를 감소시키는데

는 여러가지 방법이 있겠으나 그중에서 발효에 의한 방법이 가장 적절하다고 하겠다. 대두단백질은 우유의 카제인과 그 性狀이 여러가지 면에서 유사하여 대두의 유산균발효, 즉 대두요구르트의 제조에 관해서는 많은 연구가 있었다¹⁻¹⁷⁾. 지금까지 이루어진 대두요구르트에 관한 연구의 내용을 자세히 검토하여 보면, 脫脂大豆粉(defatted soy

flour)을 이용하여 요구르트를 제조한 연구가 거의 없으며, 제조된 대두요구르트의 저장성에 관한 연구가 거의 이루어져 있지 않은 실정이다.

본 연구실에서는 품질면에 있어서 우유요구르트에 상당하는 대두요구르트의 제조를 목표로하여 수년전부터 분리대두단백(soy protein isolate, SPI), 농축대두단백(soy protein concentrate, SPC), 脫脂大豆粉 등을 이용하여 대두요구르트의 제조에 관한 연구를 광범위하게 추진해 왔다.

본 연구는 前報¹⁸⁾와 함께 국내에서 생산되는 脫脂大豆粉을 이용한 대두요구르트의 제조에 기본적인 자료를 제시하기 위하여 이루어졌다. 前報¹⁸⁾에서는 脫脂大豆粉으로 만든 대두유에 여러가지 糖 및 발육촉진물질 등을 가하여 대두유와 첨가물이 유산균의 생육과 산생성에 미치는 영향을 보고하였으며 본 연구에서는 脫脂大豆乳로부터 대두유산균 음료를 제조하여 관능검사를 실시하고 대두유산균음료의 물리적인 저장성과 미생물학적인 저장성을 조사하였다. 물리적인 저장성의 조사에서는 대두유산균음료의 커드(curd, 주로 단백질)의 침전 정도와 첨가된 안정제에 의한 침전 억제 효과를 관찰하고, 미생물학적인 저장성의 조사에서는 대두유산균음료를 5°C와 25°C에 보존하면서 유산균의 생육과 산생성, 그리고 곰팡이와 효모에 의한 오염도를 관찰하였다.

材料 및 方法

1. 사용균주

한국중균협회에서 분양받은 *Lactobacillus acidophilus* (KFCC 12731)를 사용하였다. 유산균주의 보존용배지로는 MRS찬철펀배지(Oxoid Limited)를 사용하였다.

2. 기질의 조제

대두유는 脫脂大豆粉(동방유량주식회사)을 구입하여 前報¹⁸⁾와 동일하게 제조하였으며, 121°C, 15분간 가압살균된 대두유에 5%(W/V)의 포도당을 첨가하고 항온수조에서 95°C, 20분간 다시 살균하였다.

3. 대두요구르트의 제조

이상과 같이 준비된 기질(대두유+포도당) 100ml를 실온까지 냉각시키고, MRS broth에서 24시간 배양한 유산균 배양액을 2.5%(V/V)의 비율로 접

종하여 37°C의 항온기에서 24시간 배양하였다.

4. 대두유산균음료의 관능검사

배양이 완료된 커드(curd)상의 요구르트로부터 液狀의 유산균 음료를 다음과 같이 제조하였다. 즉 커드상의 요구르트 100ml를 4배의 증류수로 희석한뒤, 자당(15%, W/V), 구연산(0.1%, W/V) 및 미량의 향과 색소를 혼합한뒤 충분히 교반하고 5°C의 냉장고에서 수시간 방냉한후 관능검사에 사용하였다. 관능검사의 방법은 다중비교시험(multiple comparisons test)¹⁹⁾에 준하였으며, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨후 4회에 걸쳐 검사에 임하게 하였다. reference로는 시장에서 판매되고 있는 우유유산균음료를 사용하였다

5. 침전도 시험

대두유산균음료의 커드의 침전정도를 측정하는 방법으로 침전도 시험(sedimentation test)²⁰⁾를 사용하였다. 침전도 시험의 시료는 관능검사의 시료와 성분 조성이 동일하나, 여기에 Na-carboxy methyl cellulose(0~0.7%) 또는 propylene glycol alginate (0~0.5%)를 각각 다른 농도로 함유하도록 제조하였다. 준비된 시료는 100ml의 mass cylinder에 정확히 100ml씩 넣고 정지한 상태에서 일정한 시간마다 상징액과 커드의 분리상태를 관찰하여 reference(안정제가 첨가되지 않은 액상의 대두유산균음료)와 비교하여 CMC, PGA에 의한 커드 침전 억제 효과를 관찰하였다. 침전의 정도는 mass cylinder의 윗부분에 생기는 상징액의 ml 수로 측정하였다.

6. 미생물학적인 저장성의 조사

미생물학적인 저장성의 조사에서 사용된 시료는 관능검사의 시료와 성분조성이 같으며(단 구연산, 향, 색소는 포함하지 않음), 커드상의 요구르트로부터 액상의 유산균음료를 제조하는 과정에 효모와 곰팡이에 의한 오염을 극소화시키기 위하여 모든 조작은 가능한한 무균적으로 실시하였다. 제조된 대두유산균음료를 100ml씩 살균된 250ml 삼각플라스크에 넣어 5°C(냉장고)와 25°C(항온기)에 48일간 보존하면서 6일단위로 하나씩 꺼내서 유산균수, 산도, pH, fungi(효모와 곰팡이)수를 측정하였다.

7. 유산균수, 산도, pH 및 fungi 측정

유산균수, 산도 및 pH측정은 前報¹⁸⁾와 동일하게 하였고, fungi 측정은 다음과 같이 하였다. 즉 시료는 표준평판배양법(SPC)과 동일하게 준비하고 10% tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 고정시킨 Potato Dextrose Agar(Difco Laboratories)를 주입하여 25°C에서 5~7일간 배양한후 효모와 곰팡이수를 산출하였다.

이상의 모든 실험(관능검사, 침전도 시험, 미생물학적인 저장성의 조사)은 4회에 걸쳐서 되풀이하였다.

結果 및 考察

1. 대두유산균음료의 관능검사

커티상의 요구르트로부터 액상의 유산균음료를 제조하여 10명의 검사원이 풍미에 대하여 판정한 다중비교시험의 결과는 Table 1과 같다. 본 실험에서 사용된 관능검사에서는 풍미점수(flavor score)가 1~9로 되어 있으며, 점수값이 클수록 좋지 않은 풍미를 나타내는 것이다. 향이 첨가되지 않은 대두유산균음료의 풍미점수가 6.4였고, 여기에 딸기, 오렌지 또는 바나나향을 첨가함에 따라 풍미점수가 다소 향상되었으나, reference로

Table 1. Taste panel evaluation of soy yogurt beverage

Type of yogurt beverage	Average flavor score*
Soy yogurt beverage	6.4a
Soy yogurt beverage with strawberry flavor	6.3a
Soy yogurt beverage with orange flavor	6.2a
Soy yogurt beverage with banana flavor	6.6a
Milk yogurt beverage (reference)	4.9b

* Any two means not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

The scores were assigned numerical values 1 to 9 with

"no difference between sample and reference" equaling 5,

"extremely better than reference" equaling 1, and

"extremely inferior to reference" equaling 9.

사용된 우유유산균음료 보다는 풍미점수가 떨어지는 결과를 보였다. 대두유산균음료 4가지 사이에는 유의차가 없었으나, 대두유산균음료와 reference 사이에는 5%수준에서 유의차가 있었다. 이와같이 reference에 비하여 대두유산균음료의 풍미점수가 떨어지는 이유는 대부분의 검사원이 지적한 바와 같이 대두유산균음료의 경우, 커드의 침전이 생기며, 조직(texture)이 reference 보다 거칠고, 콩비린내(beaney flavor)가 남아 있기 때문으로 생각된다.

본 연구실에서 이미 발표한 분리대두단백으로 제조된 유산균음료¹⁶⁾, 농축대두단백으로 제조된 유산균음료¹⁷⁾의 결과와 비교해보면, 탈지대두로 제조된 유산균음료의 풍미가 분리대두단백이나 농축대두단백 유산균음료보다 떨어지는 것으로 판단된다. 그 이유는 분리대두단백이나 농축대두단백이 탈지대두분보다 입자가 부드럽고 콩비린내가 적게 나기 때문일 것으로 생각된다.

2. 안정제에 의한 침전 억제 효과

우리나라에서 생산되는 우유요구르트의 경우 대부분의 회사가 단백질의 침전을 방지하는 안정제로서 CMC 또는 PGA를 사용하고 있다²¹⁾. 대두유산균음료의 경우도 관능검사의 결과에서 지적한 바와 같이 시간이 경과함에 따라 주로 단백질 부분으로 생각되는 커드의 침전이 생겨서 품질상의 문제가 되었다. 본 연구에서는 대두유산균음료에 CMC, PGA와 같은 안정제를 첨가하여 이들에 의한 침전 억제 효과를 관찰하였다.

Table 2는 CMC에 의한 커드 침전 억제효과를 보여주고 있다. CMC의 첨가가 없는 대두유산균음료의 경우(0%), 0hr부터 24hr 사이에 상당한 침전이 있었고 그 후에는 72hr이 경과해도 그다지 침전이 일어나지 않았다. 여기에 CMC를 여러가지 농도로 가했을때 낮은 농도에서는 침전이 오히려 촉진되었으나 0.4% 이상의 농도에서는 침전 억제 효과가 보였으며, 0.7%의 농도에 의하여 커드의 침전이 72hr까지 전혀 일어나지 않았다. 우리나라의 우유요구르트에는 현재 안정제가 전혀 첨가되지 않은 제품도 있으나 대부분의 제품이 0.2~1.0%의 CMC를 함유하고 있는데²¹⁾, 본 실험의 결과에서 나타난 대두유산균음료의 침전을 억제할 수 있는 농도(0.4~0.7%)와 대체로 그 농도가 일치하는 것으로 생각된다. 낮은 농도의 CMC(특히 0.1%)를 첨가했을때는 커드 내부의 형성하던 조

적이 보다 치밀해지고 결과적으로 curd의 높이가 감소하는 현상을 보였다. 그러나 낮은 농도의 CMC에 의한 침전 촉진 효과는 현재로서는 확실히 설명할 수가 없다.

Table 3은 PGA에 의한 커드 침전 억제 효과를 보여주고 있다. 이 경우는 CMC와는 달리 0.1%에 의해서도 침전 억제효과가 나타났으며, 0.4% 정도에 의하여 72hr까지 침전이 거의 발생하지 않았다. 우리나라의 우유요구르트에 함유된 PGA의 농도는 0.15~0.4% 범위내에 있는데²¹⁾, 본 실험의 대두유산균음료의 침전을 억제할 수 있는 농도(0.1~0.4%)와 대체로 일치하는 것으로 생각된다.

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

Time (hr)	Concentration of CMC (%)						
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7
	(Degree of sedimentation)						
0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	12	7	0	0	0	0
3	11	48	38	21	6	1	0
6	37	56	50	39	22	7	0
12	53	62	59	51	40	24	0
24	64	67	63	58	51	42	0
48	66	68	66	62	56	47	0
72	68	70	68	65	60	52	0

Table 3. Effect of PGA on sedimentation of curd in soy yogurt beverage

Time (hr)	Concentration of CMC (%)					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	(Degree of sedimentation)					
0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	0	0	0	0
3	12	10	1	0	0	0
6	31	24	2	0	0	0
12	53	40	6	0	0	0
24	63	51	11	1	0	0
48	66	58	27	3	1	0
72	67	60	37	6	1	0

3. 미생물학적인 저장성

본 연구에서는 대두유산균음료를 제조하여 냉장

고(5°C)와 실온에 가까운 온도(25°C의 항온기)에 보존하면서 유산균의 생육과 산생성, 그리고 효모와 곰팡이에 의한 오염도를 관찰하였다.

Table 4에 나타난 바와같이 5°C에 저장한 경우 48일이 경과하여도 유산균수는 처음과 거의 차이가 없었으며 산생성량은 실험기간 전체를 통하여 완만한 증가를 보였다. 25°C(Table 5)의 경우, 산의 생성이 급격히 증가하여 최초 6일만에 이미 5°C의 48일째의 산생성량에 도달하였고, 생균수는 18일까지는 처음과 비슷한 수준을 유지하다가 24일부터 급격히 감소하였다. 5°C에서는 미생물의 대사가 거의 일어나지 않았으나, 25°C에서는 비교적 완만하기는하나 미생물의 대사가 일어난 것으로 해석된다. 그리고 Table 5의 결과로 미루어 본 실험에서 사용된 *L. acidophilus*는 pH 3.15정도에서 그 생육이 저해를 받는 것으로 생각된다. Kanda 등¹⁵⁾은 대두유에 *L. acidophilus*를 접종시켜 제조한 대두요구르트를 5°C, 10°C, 20°C에 각각 보존하면서 유산균수를 측정하였는데, 5°C, 10°C, 20°C 모두다 11일만에 유산균수가 급격히 감소하였다. 이와같이 우리의 실험과 다른 결과가 나온 이유는 아마도 Kanda 등¹⁵⁾의 실험에서 사용된 대두요구르트의 조성이 본 실험의 대두유산균음료의 조성과 다르기 때문이 아닌가 생각된다.

우리나라의 우유요구르트에서 효모와 곰팡이(특히 효모)에 의한 오염이 위생학적인 문제가 되는 것은 잘 알려진 사실이다²²⁾. 대두유산균음료에도 효모와 곰팡이가 나타났다. 본 실험은 여러번 되풀이된 실험으로서 시료에서 fungi가 나타난 경우도 있었으나, 전혀 나타나지 않은 경우가 더 많았으므로 Table 4, Table 5의 fungi수를 표시하는 결과는 평균치를 취하지 않고 범위(range)로 표시하였다. Table 4, Table 5를 보면 대두유산균음료의 저장 초기보다는 어느정도 시일이 경과한후 부터 fungi가 본격적으로 나타났다. 또 5°C의 시료에서 더 먼저, 그리고 더 많은 fungi가 나타났다. 25°C에 저장된 시료의 보다 낮은 pH에 의하여 fungi의 생육이 다소 저해받았을 가능성도 생각할 수 있으나 확실치 않으며, 이 부분의 실험은 앞으로 보다 자세히 연구검토되어야 할 것으로 생각된다. 그리고 대체적으로 효모보다는 곰팡이에 의하여 오염된 시료가 더 많았는데, 대두요구르트 커드로부터 대두유산균음료를 제조할때 fungi에 의한 오염을 극소화시키기 위하여 모든 실험기구를 살균한후 사용하였으나 주로 공기중의 곰팡이등에

의하여 시료가 오염된 것으로 생각된다.

Table 4. Keeping quality of soy yogurt beverage stored at 5°C

Period of storage (day)	pH	Titratable acidity (%)	Lactic acid bacteria (count/ml)	Fungi (CFU/ml)
0	3.95	0.22	7.8×10^8	0
1	3.95	0.24	5.7×10^8	0
3	3.95	0.24	7.1×10^8	0~2
6	3.9	0.27	8.2×10^8	0~4
12	3.8	0.33	1.0×10^9	0~190
18	3.75	0.34	9.8×10^8	0~20
24	3.65	0.40	1.1×10^9	0
30	3.6	0.44	1.0×10^9	0~4300
36	3.55	0.48	9.0×10^8	0~3800
42	3.55	0.49	1.1×10^9	0~100
48	3.5	0.51	1.1×10^9	0~30

Table 5. Keeping quality of soy yogurt beverage stored at 25°C

Period of storage (day)	pH	Titratable acidity (%)	Lactic acid bacteria (count/ml)	Fungi (CFU/ml)
0	3.9	0.23	8.1×10^8	0~2
1	3.7	0.30	1.0×10^9	0
3	3.5	0.38	1.2×10^9	0
6	3.4	0.52	1.0×10^9	0
12	3.25	0.74	1.2×10^9	0
18	3.15	0.90	1.2×10^9	0~3
24	3.15	0.95	2.4×10^8	0~20
30	3.15	0.94	1.3×10^8	0~99
36	3.15	0.99	9×10^7	0~20
42	3.15	0.97	1×10^7	0~8
48	3.15	0.99	Not Determined	Not Determined

抄 錄

본 연구는 脫脂大豆乳로부터 대두유산균음료를 제조하여 관능검사를 실시하고 대두유산균음료의 물리적인 저장성과 미생물학적인 저장성을 조사한 것으로서 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

대두유산균음료에 향을 첨가함에 따라 풍미점수

가 다소 향상되었으나, reference로 사용된 우유 유산균음료 보다는 풍미점수가 떨어졌다. 대두유산균음료의 커드는 0hr부터 24hr 사이에 상당한 침전을 보였으며, 여기에 첨가된 CMC(0.4% 이상) 또는 PGA(0.1% 이상)에 의하여 커드의 침전이 억제되었다. 대두유산균음료를 5°C에 저장한 경우 48일이 경과하여도 유산균수는 처음과 거의 차이가 없었으며 산생성량은 실험기간 전체를 통하여 완만한 증가를 보였다. 한편 25°C의 경우, 18일까지 산의 생성이 급격히 증가하였으며 생균수는 18일까지는 처음과 비슷한 수준을 유지하였으나 24일부터는 급격히 감소하였다. 그리고 5°C, 25°C 두경우 다 대두유산균음료에 fungi에 의한 오염이 나타났다.

謝 意

본 연구는 産學協同財團 지원연구비에 의하여 이루어진 연구의 일부로 産學協同財團에 깊은 謝意를 드리는 바입니다.

參 考 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 · 김창환 : 산업미생물학회지, 7 : 205 (1979).
9. 오혜숙 · 이경혜 · 윤선 : 한국영양학회지, 14 : 175 (1981).
10. 이제성 · 한판주 · 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. Larmond, E.: In 'Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food', p. 31, Canada Department of Agriculture, Ottawa (1977).
 20. Matthews, R. and Gray, L.: In 'Quality Control for the Food Industry', Volume 2, A. Kramer and B. Twigg(ed.), 3rd Ed., Chap. 5, AVI Publishing Co., Westport (1973).
 21. 강국희 : 성대과학기술연구, 9 : 181 (1981).
 22. 홍중해 · 이용욱 : 대한보건협회지, 7 : 19 (1981).