

豆乳의 가열처리가 젖산균의 酸生成과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향

高 築 泰

덕성여자대학교 식품영양학과

Effects of Heat Treatment of Soy Milk on Acid Production by Lactic Acid Bacteria and Quality of Soy Yogurt

Young-Tae Ko

Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul

Abstract

The effects of various heat treatments of soy milk prepared from soy protein concentrate on growth and acid production by five species of lactic acid bacteria were investigated. Sensory property and sedimentation characteristics of soy yogurt prepared from heat-treated soy milk were also evaluated. Heat treatment of soy milk stimulated acid production by all cultures. Acid production was generally proportional to degree of heat treatment and acid production by all cultures except *Streptococcus lactis* was maximum in soy milk heated at 121°C-1min. However, viable cell count was not changed markedly by heat treatment of soy milk. Sensory property of soy yogurt beverage (SYB) prepared from soy milk heated at 95°C-30min was better than that of unheated sample while sensory property of SYB prepared from soy milk heated at 121°C-15min was inferior to that of unheated sample. Heat treatment of soy milk generally retarded sedimentation of curd in SYB.

Key words: soy yogurt, soy protein concentrate, lactic acid bacteria

서 론

대두요구르트는 대두의 소화율을 높이고 콩비린내 (beany flavor)를 감소시키기 위하여 시도된 가공법 가운데 하나이다. 아직 국내외에서 대두요구르트가 상품화 되어 있지는 않으나 이에 관한 연구는 비교적 활발하게 진행되어 왔다.

지금까지 이루어진 대두요구르트에 관한 국내외의 연구를 보면, 두유에서 각종 젖산균의 생육과 산생성에 관한 연구^(1~15), 두유에 첨가된 각종 첨가물이 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향^(1,3~5,7~8,10~13,16~17), 대두요구르트의 香味에 관한 연구^(2~3,7,14,18~22), 젖산균 발효가 두유에 함유된 少糖類에 미치는 영향^(23~24), 대두요구르트의 저장성에 관한 연구^(3,18,21,25~26), 대두요구르트의 물리적인 특성(조직감, 점도, 경도)에 관한 연구^(9~10,21,27~28),

젖산균과 효모의 혼합 배양에 의한 두유의 젖산균 발효에 관한 연구^(29~32) 등이 대두분을 차지하고 있다.

그런데 대두요구르트 제조용 두유는 발효전에 두유에 들어 있는 잡균의 살균과 영향저해인자(예: trypsin inhibitor 등)의 파괴를 목적으로 반드시 가열 처리를 하고 있는데, 두유의 가열 처리는 후에 접종되는 젖산균의 생육과 산생성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

지금까지 발표된 대두요구르트에 관한 문헌 가운데 두유의 가열 처리에 관한 연구의 내용을 살펴보면 다음과 같다. Kanda 등⁽²¹⁾은 全脂大豆(full-fat soybean)로 만든 두유를 90°C, 100°C, 121°C에서 10분 또는 20분간 가열하고 *Lactobacillus acidophilus*를 접종하여 요구르트를 만들어 두유의 가열처리가 젖산균의 산생성과 요구르트의 관능성(색, 경도, 香味)에 미치는 영향을 관찰하였는데, 90°C나 100°C에 비하여 121°C의 가열로 산생성은 증가하였으나 요구르트의 관능성이 저하되었다고 보고하였다. 이들은 잡균의 번식을 억제하고 적절한 관능성을 유지하기 위해서는 100°C에서 20분의 가열처리가 적

Corresponding author: Young-Tae Ko, Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-dong, Dobong-gu, Seoul 132-030

합하다고 결론지었다. 한편 Angeles 와 Marth⁽³³⁾는 全脂大豆로 만든 두유를 非加熱(unheated), 60°C, 80°C, 100°C, 120°C에서 여러가지 시간으로 가열하고 여기에 젖산균 9종을 각각 접종하여 두유의 가열 처리가 젖산균의 산생성에 미치는 효과를 관찰하였다. 그 결과를 보면 젖산균의 종류에 따라 차이가 있었으나 대체적으로 非加熱 또는 60°C의 가열로 산생성이 가장 높았고, 80°C나 100°C의 가열로 산생성이; 가장 낮았으며, 120°C의 가열로 산생성이 다시 어느 정도 증가하였다. 이들은 젖산균의 산생성에 미치는 효과를 고려할 때 두유의 가열 온도는 60°C가 가장 적합하고 120°C가 그 다음으로 적합하다고 결론지었다.

이상의 두 연구의 내용을 살펴보면 지금까지 발표된 두유의 가열 처리에 관한 보고에서는 두유의 재료로서 全脂大豆를 사용하였으며 농축대두단백(soy protein concentrate)을 사용한 연구는 아직까지 발표된 바가 없으며 대두요구르트 제조용 두유의 적합한 살균 온도에 대하여 연구자에 따라 다소 相異한 견해가 제시되었다. 따라서 본 연구에서는 종래의 연구에서는 사용되지 않았던 농축대두단백으로 두유를 만들고 이것을 여러가지 정도로 가열 처리한 후 여기에 젖산균 5종을 각각 접종하여 두유의 가열 처리가 젖산균의 생육과 산생성 그리고 대두요구르트의 관능성과 커드의 침전에 미치는 영향을 관찰하였다.

재료 및 방법

사용균주

Lactobacillus acidophilus(KFCC 12731), *Lactobacillus bulgaricus*(AKU 1125), *Lactobacillus casei*(IFO 3425), *Leuconostoc mesenteroides*(ATCC 9135), *Streptococcus lactis*(ML 8)의 5균주를 선택하여 사용하였으며 보존용 배지로는 *Lactobacillus* 와 *Leuconostoc*의 경우는 MRS 한천배지(Oxoid Limited), *Streptococcus*의 경우는 Elliker's agar(Disco Laboratories)를 사용하였다.

두유의 제조 및 가열 처리

미국 ADM foods의 농축대두단백(soy protein concentrate)⁽³⁴⁾을 구입하여 고형분 함량이 4.5% (w/v)가 되도록 두유를 만들고 가열 처리한 후 browning에 의한 영양소의 파괴를 피하기 위하여 젖산균 접종 직

전에 포도당 4% (w/v)를 가하였다. 두유의 가열 처리는 water bath 와 autoclave 를 이용하여 60°C(10min, 30min), 95°C(10min, 30min), 121°C(1min, 5min, 15min)에서 실시하였으며 가열이 끝난 후 수도물로 실온까지 신속하게 냉각시켰다.

대두요구르트의 제조

이상과 같이 준비된 두유 100ml에 MRS broth 또는 Elliker's broth에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 2.5% (v/v)의 비율로 접종하여 40°C(*Lactobacillus* 와 *Leuconostoc*) 또는 30°C(*Streptococcus*)의 항온기에서 24시간 배양하였다.

젖산균의 생육과 산생성량의 측정

배양이 완료된 대두요구르트로부터 시료를 취하여 前報⁽¹⁵⁾의 방법에 준하여 젖산균수, 적정 산도, pH를 측정하였다.

대두젖산균 음료의 제조 및 관능검사

*L. bulgaricus*를 접종하여 24시간 배양하여 얻은 커드(curd)상의 요구르트를 1.5배의 증류수로 희석하고, 자당(15%) 및 구연산(0.1%)을 혼합한 다음 충분히 교반하고 5°C의 냉장고에서 수시간 방냉하여 관능검사에 사용하였다. 관능검사의 방법은 多重比較試驗(multiple comparisons test)⁽³⁵⁾에 준하였으며, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 각각 4회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 가열하지 않은 두유로 만든 대두젖산균 음료를 사용하였다.

대두젖산균 음료의 침전도 시험

침전도 시험의 시료는 관능검사의 시료와 동일하게 준비하였으며 침전도 시험은 5°C의 냉장고 안에서 前報⁽²⁵⁾와 동일한 방법으로 실시하였다.

결과 및 고찰

두유의 가열처리가 젖산균의 산생성과 생육에 미치는 영향

Table 1은 가열 처리를 달리 한 두유에 접종된 *L. acidophilus*에 의한 생육과 산생성을 보여주고 있다. Initial value는 두유에 젖산균을 접종하고 배양하지 않고 즉시 측정한 pH 와 산도의 수치를 의미하며, titra-

Table 1. Effects of heat treatment of soy milk on growth and acid production by *L. acidophilus*^a

Degree of heat treatment	pH	Titratable acidity ^b % as lactic acid	% of unheated	Viable cell count (CFU/ml)
Initial value (range)	6.15-6.40	0.08-0.12		
Unheated	4.35	0.41	100	7.2×10^8
60°C 10 min	4.25	0.43	105	9.5×10^8
30 min	4.25	0.45	110	1.2×10^9
95°C 10 min	4.25	0.46	112	1.6×10^9
30 min	4.20	0.48	117	1.2×10^9
121°C 1 min	4.15	0.51	124	1.3×10^9
5 min	4.15	0.51	124	1.3×10^9
15 min	4.15	0.51	124	1.7×10^9

a: Values are averages of five experiments.

b: Values reported represent titratable acidity of 24-hours incubated sample minus that of an identically treated, but unincubated sample.

table acidity는 24시간 배양 후에 측정한 산도에서 initial value를 뺀 수치, 즉 24시간 배양에 의하여 생성된 산도를 의미한다. 먼저 산생성을 보면 非加熱(unheated)에 비하여 60°C-10분의 가열로 산생성이 5% 증가하였으며 가열의 정도가 높아짐에 따라 산생성이 점차로 증가하여 121°C의 경우 非加熱보다 24%나 높았다. 한편 pH는 가열의 정도가 높을수록 대체로 저하하는 경향을 보였으며 생균수는 가열에 의하여 큰 변화를 보이지 않았다.

Table 2는 가열 처리된 두유에서 *L. bulgaricus*의 생육과 산생성을 보여주는 데 가열의 정도가 높아짐에 따라

산생성이 점차로 증가하여 121°C-1분에 최대치에 도달하였고 그 후에는 최대치보다 다소 감소하였다. 가열에 의한 산생성 촉진효과는 121°C-5분과 15분을 제외하고는 *L. acidophilus*의 경우보다 다소 높았다. pH는 가열로 다소 감소하는 경향을 보였으며 생균수는 큰 차이가 없었다. Table 3은 가열 처리된 두유에서 *L. casei*의 생육과 산생성을 보여주는데 가열에 의한 산생성 촉진 효과는 *L. bulgaricus*의 경우보다 낮았으나 그 경향은 유사하였다. 가열의 정도가 높아짐에 따라 산생성이 점차로 증가하여 121°C-1분에 최대치에 도달하였고 그 후에는 최대치보다 다소 감소하였다. pH는 가열로 다소 감소하는

Table 2. Effects of heat treatment of soy milk on growth and acid production by *L. bulgaricus*^a

Degree of heat treatment	pH	Titratable acidity ^b % as lactic acid	% of unheated	Viable cell count (CFU/ml)
Initial value (range)	6.10-6.35	0.09-0.11		
Unheated	3.90	0.67	100	4.5×10^8
60°C 10 min	3.80	0.75	112	3.7×10^8
30 min	3.85	0.77	115	3.7×10^8
95°C 10 min	3.80	0.81	121	5.3×10^8
30 min	3.80	0.83	124	8.6×10^8
121°C 1 min	3.75	0.86	128	9.4×10^8
5 min	3.75	0.83	124	8.6×10^8
15 min	3.80	0.81	121	1.3×10^9

a : Values are averages of five experiments.

b : Corrected value

경향을 보였으며 생균수는 큰 차이가 없었다.

Table 4는 가열 처리된 두유에서 *Leuconostoc mesenteroides*의 생육과 산생성을 보여주는데 가열에 의한 산생성 촉진 효과는 *L. bulgaricus*의 경우보다 높았으나 그 경향은 유사하여 가열의 정도가 높아짐에 따라 산생성이 점차로 증가하여 121°C-1분에 최대치에 도달하였고 그 후에는 다소 감소하였다. pH는 가열로 다소 감소하였고 생균수는 121°C에서 다소 증가하는 경향을 보였다.

Table 5는 가열 처리된 두유에서 *S. lactis*의 생육과

산생성을 보여주는데 60°C-10분의 가열에 의하여 산생성이 다소 증가하였으나 가열의 정도가 높아져도 거의 차이가 없었으며 pH는 가열로 다소 감소하였고 생균수는 큰 차이가 없었다. Fig. 1은 가열 처리를 달리한 두유에서 이상의 5균주에 의한 산생성을 하나의 그림으로 표시한 것으로서 非加熱에 비하여 60°C-10분 또는 그 이상의 가열 처리로 모든 균주에서 산생성이 촉진되었으며 그 촉진의 정도는 대체로 가열의 정도가 높아짐에 따라 점차적으로 증가하여 *S. lactis*를 제외한 4균주의 산생성이 121°C-1분에서 가장 높은 것으로 나타났다. 5균주 사이

Table 3. Effects of heat treatment of soy milk on growth and acid production by *L. casei*^a

Degree of heat treatment	pH	% as lactic acid	Titratable acidity ^b % of unheated	Viable cell count (CFU/ml)
Initial value (range)	6.20-6.50	0.08-0.11		
Unheated	4.15	0.43	100	4.6×10^8
60°C 10 min	4.15	0.44	102	4.3×10^8
30 min	4.10	0.45	105	3.7×10^8
95°C 10 min	4.10	0.47	109	3.4×10^8
30 min	4.05	0.50	116	2.8×10^8
121°C 1 min	4.05	0.51	119	4.5×10^8
5 min	4.10	0.49	114	6.4×10^8
15 min	4.10	0.46	107	7.1×10^8

a:Values are averages of five experiments.

b:Corrected value

Table 4. Effects of heat treatment of soy milk on growth and acid production by *Leuconostoc mesenteroides*^a

Degree of heat treatment	pH	% as lactic acid	Titratable acidity ^b % of unheated	Viable cell count (CFU/ml)
Initial value (range)	6.20-6.50	0.08-0.11		
Unheated	4.00	0.46	100	4.8×10^8
60°C 10 min	3.90	0.54	117	4.1×10^8
30 min	3.85	0.57	124	3.1×10^8
95°C 10 min	3.85	0.59	128	2.8×10^8
30 min	3.85	0.59	128	4.7×10^8
121°C 1 min	3.80	0.64	139	1.1×10^9
5 min	3.80	0.62	135	1.1×10^9
15 min	3.80	0.60	130	1.3×10^9

a:Values are averages of five experiments.

b:Corrected value

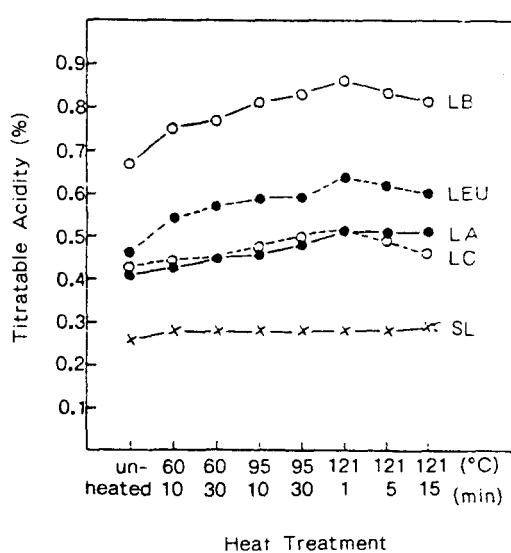


Fig. 1. Effects of heat treatment of soy milk on acid production by lactic acid bacteria.

- : *Lactobacillus bulgaricus*
- ...●... : *Leuconostoc mesenteroides*
- : *Lactobacillus acidophilus*
- : *Lactobacillus casei*
- ×— : *Streptococcus lactis*

의 산생성량을 비교해보면 *L. bulgaricus* 가 가장 높았으며 *S. lactis* 가 가장 낮았다. *S. lactis* 의 경우에는 두유에서 산생성이 저조하여 가열에 의한 효과가 확실히 구분되지 않았던 것으로 생각된다.

본 실험에서 *S. lactis* 를 제외한 4종의 젖산균에 있어서 非加熱 시료에 비하여 가열 시료에서 젖산균의 산생성이 촉진되고 121°C-1분 까지는 가열의 정도가 높을수록 산생성이 증가하는 이유는 본 실험의 결과만으로는 확실하지 않으나 대체적으로 다음과 같이 설명할 수 있겠다. (i) Table 6에 나타난 바와 같이 가열에 의하여 두유의 산화환원전위(Eh)가 저하하고 특히 높은 온도에서 산화환원전위가 낮은데 젖산균은 협기성 내지는 微好氣性 미생물이므로 가열의 정도가 높을수록 생육 촉진효과가 기대된다. (ii) 한편 농축대두단백에 젖산균의 생육을 억제하는 물질이 존재하고 이것이 열에 불안정하다고 한다면 가열에 의하여 파괴되었을 가능성이 있다. 이상 (i)(ii)의 효과는 가열의 정도가 높을수록 보다 현저하기 때문에 높은 온도에서 처리된 시료에서 산생성이 높았던 것으로 생각된다.

한편 *L. bulgaricus*, *L. casei*, *Leuconostoc mesenteroides* 의 경우 121°C-1분보다 121°C-5분과 15분에서 산생성이 다소 감소하는 경향을 보인 것은 다음과 같이 설명할 수 있겠다. (i) Table 6에 나타난 바와 같이 높은 가열처리에 의하여 독성의 휘발성 黃化物(sulfide)과 같은 미생물 생육 억제 물질이 다량으로 생성되었으며, (ii) 두유의 지나친 가열 처리로 두유에 들어있는 젖산균의 생육이 이용될 수 있는 물질이 감소되었을 가능성도 있다⁽³³⁾.

Kanda 등⁽²¹⁾은 全脂大豆로 만든 두유를 90°C, 100°C, 121°C에서 10분 또는 20분간 가열하고 *L. acidophilus* 를 접종하여 요구르트를 만들어 두유의 가열처리가 젖산

Table 5. Effects of heat treatment of soy milk on growth and acid production by *S. lactis*^a

Degree of heat treatment	pH	Titratable acidity ^b	% as lactic acid	% of unheated	Viable cell count (CFU/mL)
Initial value (range)	6.35-6.60	0.07-0.09			
Unheated	4.35	0.26		100	9.0×10^8
60°C 10 min	4.30	0.28		108	9.7×10^8
30 min	4.30	0.28		108	1.1×10^9
95°C 10 min	4.30	0.28		108	9.9×10^8
30 min	4.30	0.28		108	1.1×10^9
121°C 1 min	4.25	0.28		108	1.2×10^9
5 min	4.25	0.28		108	1.3×10^9
15 min	4.20	0.285		110	1.6×10^9

a: Values are averages of five experiments.

b: Corrected value

Table 6. Effects of heat treatment on oxidation-reduction potential of soy milk and volatile sulfides liberated from soy milk

Degree of heat treatment	Level of oxidation reduction potential	Relative amount of volatile sulfides ^b
Unheated	284	-
60°C 10 min	263	-
60°C 30 min	247	-
95°C 10 min	242	+
95°C 30 min	234	+
121°C 1 min	187	++
121°C 5 min	176	+++
121°C 15 min	118	++++

a: O-R potential of soy milk was measured with combination electrode of platinum and saturated calomel and pH meter (DMS DP-215).

Values are averages of two experiments.

b: Volatile sulfides generated in soy milk were estimated by degrees of blackening on dried lead acetate (1N)-soaked filter paper placed on mouth of flask during heating. + represents intensity of color; the more intense, the more + signs.

Values are averages of two experiments.

균의 산생성에 미치는 영향을 관찰하였는데 90°C나 100°C의 시료보다 121°C의 시료가 산생성이 높았으며, 특히 121°C-20분 시료의 산생성이 가장 높았다고 보고하였다. Kanda 등⁽²¹⁾의 실험에서는 사용된 두유의 원료(전지대두)가 본 실험의 두유의 원료(농축대두단백)와 다르고 非加熱 시료를 포함시키지 않았고 가열 온도와 시간이 다르므로 두 실험의 결과를 그대로 비교하기는 어렵지만 Kanda 등⁽²¹⁾의 실험에서 가장 강한 가열 처리인 121°C-20분 시료에서 산생성이 가장 높았다고 하는 점은 본 실험의 결과와는 다소 일치하지 않는 것으로 생각된다.

Angeles 와 Marth⁽³³⁾는 全脂大豆로 만든 두유를 非加熱, 60°C, 80°C, 100°C, 120°C에서 여러 가지 시간으로 가열하고 젖산균 9종을 각각 접종하여 두유의 가열 처리가 젖산균의 산생성에 미치는 효과를 관찰하였는데 그 결과를 보면, 젖산균의 종류에 따라 차이가 있었으나 대체적으로 非加熱 또는 60°C 시료의 산도가 가장 높았고, 80°C와 100°C 시료의 산도가 가장 낮았으며, 120°C 시료에서 산생성이 다시 어느 정도 증가하였다. 이와 같은 결과는 본 실험뿐만 아니라 Kanda 등⁽²¹⁾의 보고와도 相異한 것으로서, 본 실험과 결과가 다른 이유는 두유의 원료가 서로 다르고 실험 조건도 다르기 때문인 것으로 생각된다. 그런데 두 문헌에 발표된 결과와 본 연구의 결과가 대체로 일치하지 않는 것은 과거의 연구에서는 두유의 원료로 全脂大豆를 사용한데 비하여 본 연구에서는 농축대

두단백을 사용하였으므로 미생물 배양액으로서의 특성이 서로 다르다는 점이 주요한 원인이라고 생각된다.

두유의 가열 처리가 대두젖산균 음료의 香味에 미치는 영향

본 실험에서는 두유를 非加熱, 낮은 가열처리(60°C-10분), 중간 정도의 가열처리(95°C-30분), 높은 가열처리(121°C-15분)한 후 *L. bulgaricus*를 각각 접종하여 얻은 커드상의 대두요구르트로부터 액상의 대두젖산균 음료를 제조하여 관능검사를 실시하였다. 이 실험에서 사용된 표준시료는 非加熱 시료이며 Table 7의 overall acceptability 런 대두젖산균 음료의 맛, 냄새, 조직감, 침전성을 모두 고려한 “전체적인 기호도”를 의미한다. Table 7에서 먼저 전체적인 기호도를 보면 95°C-30분 시료와 60°C-10분 시료의 香味는 표준시료보다 우수하였으나 121°C-15분 시료의 香味는 표준시료보다 저조했다. Table 7의 냄새(odor)는 콤비린내나 加熱臭(cooked flavor)가 나는 경우에는 낮은 점수를 주도록 하였는데 전체적인 기호도의 경우와 매우 유사하게 95°C-30분 시료의 점수가 가장 높았으며 121°C-15분 시료의 점수가 가장 낮았다. 한편 조직감(texture)을 보면 95°C-30분 시료의 점수가 가장 높았고 60°C-10분 시료와 표준시료가 동일하였으며 121°C-15분 시료의 점수가 가장 낮았는데 상위 세 시료 사이에서는 5% 수준에서 유의차를 보이지 않았다.

Table 7. Effects of heat treatment of soy milk on flavor of soy yogurt beverage^a

Degree of heat treatment	Average flavor score ^b		
	Overall acceptability	Odor	Texture
95°C 30 min	5.76 a	5.52 a	5.30 a
60°C 10 min	5.30 b	5.09 b	5.06 a
Unheated (R)	5.00 b	4.97 b	5.06 a
121°C 15min	4.09 c	4.24 c	4.18 b

a: Soy yogurt beverages were prepared from soy milk fermented by *L. bulgaricus* for 24 hours.

b: 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 9, and "extremely inferior to reference" equaling 1.

하여 젖산균에 의한 산생성은 높지만 지나친 가열로 加熱臭가 생성되고 대두요구르트의 점도가 지나치게 증가하여^(21,36) 香味와 조직감(texture)이 표준시료보다 저조한 것으로 생각된다.

Kanda⁽²¹⁾은 全脂大豆로 만든 두유를 90°C, 100°C, 121°C에서 가열하고 *L. acidophilus*를 접종하여 만든 요구르트의 香味를 조사하였는데 90°C나 100°C의 시료는 良好(good)하였으나 121°C의 시료는 약간의 쓴맛(slightly bitter)을 보였다고 보고하였다. 이들의 실험에서는 표준시료(非加熱시료)가 포함되지 않았고 두유의 원료와 판증검사의 방법이 다른므로 본 시험의 결과와 그대로 비교하기는 어려우나 높은 온도(121°C)의 가열로 대두요구르트의 香味가 저하된다는 점은 두 실험의 결과가 일치되는 점이라고 생각된다.

가열 처리가 대두젖산균 음료의 침전에 미치는 영향

Table 8은 가열 처리를 달리 한 두유에 *L. bulgaricus*를 접종하여 만든 커드로부터 대두젖산균 음료를 제조하고 100ml의 메스실린더에 넣어 48시간 동안 침전의 정도를 관찰한 것이다. 표준시료(unheated)의 경우 1시간에 이미 상당한 침전이 발생하여 그 후에는 48시간이 경과해도 거의 차이가 없었다. 60°C의 가열로는 표준시료와 거의 차이가 없었으나 95°C의 가열로 커드의 침전이 다소 저연되었으며 121°C, 특히 121°C-15분의 가열로 커드의 침전이 현저하게 저연되었다.

이상의 결과로 보면 가열 처리에 의하여 대두젖산균 음료의 침전이 저연되는 경향을 보이며 특히 높은 온도의

Table 8. Effects of heat treatment of soy milk on sedimentation of curd in soy yogurt beverage^a

Degree of heat treatment Time (hr)	Unheated	60°C	60°C	95°C	95°C	121°C	121°C	121°C
		10 min	30 min	10 min	30 min	1 min	5 min	15 min
Degree of sedimentation (%)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	87	84	84	75	75	38	21	1
3	88	85	85	76	76	52	34	5
6	88	85	85	76	76	61	46	13
12	88	85	85	76	76	65	56	28
24	88	86	85	77	77	69	65	42
48	88	86	86	77	77	70	68	55

a: Soy yogurt beverages were prepared from soy milk fermented by *L. bulgaricus* for 24 hours.

Values are averages of five experiments.

가열로 침전히 현저하게 지연되었는데 그 이유는 높은 온도의 가열로 두유에 들어있는 단백질의 변성이 발생하고 여기에 젖산균을 접종하여 요구르트를 만들면 변성된 단백질로 인하여 요구르트의 점도와 gel 형성력이 증가하여 커드의 안정성이 증가하기 때문인 것으로 생각된다^(21,36,37). 121°C-15분의 가열로 커드의 침전이 현저하게 지연되어 대두젖산균 음료의 저장성은 다소 개선될 것으로 기대되나 관능검사의 결과에서 지적된 바와 같이 관능성이 현저하게 저하되므로 121°C-15분의 가열은 두유의 가열 조건으로 실질적으로는 적합하지 않은 것으로 생각된다.

본 실험에서 얻은 이상의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다. 즉, 대두요구르트 제조를 위한 두유의 가열처리는 젖산균의 생육과 산생성 및 대두요구르트의 관능성을 고려할 때 대체적으로 95°C-30분이 가장 적절한 것으로 판단된다.

요약

농축대두단백으로 만든 두유를 여러 가지 정도로 가열 처리한 후 젖산균 5종을 각각 접종하여 두유의 가열처리가 젖산균의 생육과 산생성 그리고 대두요구르트의 관능성과 커드의 침전에 미치는 영향을 관찰하였다. 먼저 산생성을 보면 표준시료(非加熱시료)에 비하여 60°C-10분 또는 그 이상의 가열로 모든 균주에서 산생성이 촉진되었으며 그 촉진의 정도는 대체로 가열의 정도가 높을수록 점차적으로 증가하여 *Streptococcus lactis*를 제외한 4 균주의 산생성이 121°C-1분에서 가장 높았다. 그러나 생균수는 가열 처리로 큰 변화가 없었다. 대두젖산균 음료의 관능성에 미치는 영향을 보면 95°C-30분 시료의 관능성은 표준시료보다 현저하게 우수하였으나 121°C-15분 시료의 관능성은 표준시료보다 현저하게 저조하였다. 한편 두유의 가열처리로 대두젖산균 음료의 침전이 지연되는 경향을 보였으며 특히 121°C-15분의 가열로 침전이 현저하게 지연되었다.

문헌

1. 김오섭, 김창한 : 두유에서의 유산균 생육과 산생성에 관한 연구, 산업미생물학회지, 7, 205(1979)
2. 오혜숙, 이경혜, 윤선 : 고형 두유요구르트 제조에 관한 연구, 한국영양학회지, 14, 175(1981)

3. 이재성, 한관주, 서기봉 : 두유를 이용한 변형 요구르트의 제조에 관한 연구, 한국식품과학회지, 4, 194(1972)
4. 이호 : 두유와 탈지두유를 이용한 유산균 음료 제조에 관한 연구, 고려대학교 대학원 석사학위 논문(1980)
5. Angeles, A. and Marth, E. : Growth and activity of lactic acid bacteria in soy milk, part I. Growth and acid production. *J. Milk and Food Technol.*, 34, 30(1971)
6. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H. : Growth of lactic acid bacteria in soy milk. *J. Food Sci.*, 39, 1018(1974)
7. Wang, H.L., Kraidej, L. and Hesseltine, C.W. : Lactic acid fermentation of soybean milk. *J. Milk and Food Technol.*, 37, 71(1974)
8. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J. : The development of a soya-based yogurt, part I. Acid production by lactic acid bacteria. *J. Food Technol.*, 15, 647(1980)
9. Yamanaka, Y. and Furukawa, N. : General components and solubility of current commercial soybean flour. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 16, 572(1969)
10. Yamanaka, Y. and Furukawa, N. : Studies on utilization of soybean protein for food manufacturing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 17, 456(1970)
11. 성원희, 임숙자, 고영태 : 분리대두단백이 유산균의 생육에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 16, 120(1984)
12. 유지창, 임숙자, 고영태 : 농축대두단백을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구, 한국식품과학회지, 16, 143(1984)
13. 이정숙, 고영태, 백정기 : 탈지대두유가 *Lactobacillus acidophilus*의 생육에 미치는 영향, 한국농화학회지, 27, 7(1984)
14. 문승애, 김영배, 고영태 : 두유에서 젖산균의 생육과 대두요구르트의 香味, 한국식품과학회지, 18, 118(1986)
15. 김경희, 고영태 : 두유에서 젖산균의 생육과 산생성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 19, 151(1987)
16. Mital, B.K., Prasad, R. and Singh, S. : Effect of carbohydrates and phosphates on acid production by lactic acid bacteria in soy milk. *J. Food Sci. and Technol.*, 14, 182(1977)
17. 고영태 : 두유에 첨가된 Methionine이 유산균의 생육과 산생성에 미치는 영향, 한국농화학회지, 30, 17(1987)
18. 고영태, 김영배, 백정기 : 탈지대두로 제조된 유산균 음료의 저장성, 한국농화학회지, 27, 163(1984)
19. 이정숙, 김영배, 고영태 : 대두요구르트의 香味와 휘발성분, 한국식품과학회지, 17, 51(1985)

20. Mital, B.K., and Steinkraus K.H. : Flavor acceptability of unfermented and lactic fermented soy milks. *J. Milk and Food Technol.*, **39**, 342(1976)
21. Kanda, H., Wang, H., Hesseltine, C. and Warner, K. : Yogurt production by *Lactobacillus* fermentation of soybean milk. *Process Biochem.*, **11**(5), 23(1976)
22. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J. : The development of a soya-based yogurt, part II. Sensory evaluation and analysis of volatiles. *J. Food Technol.*, **15**, 653(1980)
23. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H. : Utilization of oligo-saccharides by lactic acid bacteria during fermentation of soy milk. *J. Food Sci.*, **40**, 114(1975)
24. Pinthong, R., Macrae, R. and Dick, J. : The development of a soya-based yogurt III. Analysis of oligosaccharides. *J. Food Technol.*, **15**, 661(1980)
25. 백인숙, 임숙자, 고영태 : 농축대두단백으로 제조된 유산균 음료의 저장성, *한국식품과학회지*, **17**, 45(1985)
26. 문승애, 고영태 : 분리대두단백으로 제조된 젖산균 음료의 저장성, *저장*, **18**, 124(1986)
27. Kolar, C.W., Cho, I.C. and Watrous, W.L. : Vegetable protein application in yogurt, coffee creamers and whip toppings. *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, **56**, 389(1979)
28. Andres, C. : Fermented and enzyme treated food products. *Food Processing*, **39**(11), 67(1978)
29. 유주현, 류인덕, 박정길, 공인수 : *Lactobacillus acidophilus*와 *Kluyveromyces fragilis*의 혼합배양에 의한 대두유의 젖산발효, *산업미생물학회지*, **15**, 162(1987)
30. 유주현, 류인덕, 박정길, 공인수 : *Lactobacillus bulgaricus*와 *Kluyveromyces fragilis*의 혼합배양에 의한 두유의 젖산발효, *한국식품과학회지*, **19**, 263(1987)
31. 공인수, 이정수, 정용준, 류인덕, 오두환, 유주현 : 두유에서 *Saccharomyces uvarum*과 *Lactobacillus acidophilus*의 혼합배양, *한국식품과학회지*, **19**, 355(1987)
32. 류인덕, 유주현 : *Lactobacillus acidophilus*와 *Kluyveromyces fragilis*에 의한 두유의 젖산발효증비소화성과 당류 대사의 상호작용, *산업미생물학회지*, **15**, 253(1987)
33. Angeles, A. and Marth, E. : Heat treatment of soymilk and culture activity. *J. Milk and Food Technol.*, **34**, 63(1971)
34. ADM Foods : *Composition of soy protein concentrate.*, ADM Foods, Decatur, Illinois (1982)
35. Larmond, E. : *Laboratory methods for sensory evaluation of food.*, Canada Department of Agriculture, Ottawa, p.31(1977)
36. Tamine, A.Y. and Robinson, R.K. : *Yoghurt*, Pergamon Press, Oxford, p.47(1985)
37. Schmidt, R.H., Sistrunk, C.P., Richter, R.L. and Cornell, J.A. : Heat treatment and storage effects on texture characteristics of milk and yogurt systems fortified with oilseed proteins. *J. Food Sci.*, **45**, 471(1980)

(1988년 2월 9일 접수)