

豆乳에서 젖산균의 生育과 大豆요구르트의 香味

文承愛 · 金永培* · 高榮泰

덕성여자대학 식품영양학과 · * 고려대학교 식품공학과

Growth of Lactic Acid Bacteria in Soy Milk and Flavor of Soy Yogurt

Sung-Ae Mun, Young-Bae Kim* and Young-Tae Ko

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

*Department of Food Technology, Korea University, Seoul

Abstract

Soy milk prepared from soy protein concentrate was fermented with *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *Streptococcus lactis* or *S. cremoris*. Growth and acid production of each organism in soy milk and flavor of soy yogurt beverages were investigated. Volatile compounds in soy milk and soy yogurts were also determined. Among the five organisms tested, *L. bulgaricus* produced most amount of acid in soy milk while *S. cremoris* produced least amount of acid in soy milk. Sensory evaluation showed that the flavor of soy yogurt beverages was inferior to that of milk yogurt beverage and the flavor of soy yogurt beverage prepared by *L. bulgaricus* was better than that of other soy yogurt beverages. Soy milk fermented with *L. bulgaricus* was more acceptable than unfermented soy milk. Lactic fermentation reduced n-hexanal in soy milk while it produced diacetyl that was not detected in unfermented soy milk.

序 論

오늘날 세계의 여러 지역에서 식량 부족, 특히 단백질 자원의 부족이 심각한 문제로 대두되고 있다. 大豆는 단백질, 지방등의 영양가가 풍부하고 가격이 저렴하여 인류가 직면하고 있는 식량 문제를 해결하는데 크게 기여할 것으로 생각된다. 그러나 대두는 소화율이 낮고 대두 특유의 불쾌취(beaney flavor)가 있으므로 그 이용이 제한을 받고 있다. 대두요구르트는 대두의 이와같은 단점을 보완하기 위하여 시도된 가공법 가운데 하나이다. 대두단백질은 우유의 casein과 그 性狀이 여러가지 면에서 유사하여 대두의 젖산균 발효, 즉, 대두요구르트의 제조는 매우 흥미있는 연구과제라고 하겠다.

지금까지 이루어진 대두요구르트에 관한 국내외의 연구를 보면, 두유에서 각종 젖산균의 생육과 산생성에 관한 연구⁽¹⁻¹³⁾, 두유에 첨가된 각종 첨가물이 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향^(1,3-5,7-8,10-13,17), 대두 요구르트의 香味에 관한 연구^(2-3,7,14-15,18-20), 젖산균발효가 두유에 함유된 oligosaccharides에 미치는 영향^(21,22), 대두요구르트의 저장성에 관한 연구^(3,14,16,19), 대두요구르트의 조직감(texture; viscosity; hardness 등)에 관한 연구^(9,10,19,23,24) 등이 대부분을 차지하고 있다.

이 가운데서 두유에서 각종 젖산균의 생육과 산생성에

관한 연구를 자세히 살펴 보면 다음과 같다. Mital과 Steinkraus⁽⁶⁾는 두유와 탈지두유에 7종의 젖산균을 접종하여 생육을 조사한 결과, 대두에 본래부터 들어 있는 sucrose를 이용할 수 있는 젖산균주, 즉 *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*이 우수한 생육과 산생성을 보인 반면 대두에 들어 있는 sucrose, raffinose, stachyose를 이용할 수 없는 *L. bulgaricus*는 생육과 산생성이 저조하였고, 대체적으로 탈지 두유에서 생육과 산생성이 두유에서보다 저조하였는데 그 이유는 탈지두유를 만드는 과정에서 대두에 들어 있는 젖산균의 발육촉진물질의 일부가 소실되었을 가능성이 있다고 추측하였다. 한편 이⁽⁴⁾도 두유가 탈지두유보다 젖산균의 배지로서 현저하게 우수하다고 보고한바 있다. Angeles와 Marth⁽⁵⁾는 13종의 젖산균을 우유와 두유에 접종하여 산생성을 조사한 결과, *L. delbrueckii*, *L. pentosus*, *Leuconostoc mesenteroides*에 의한 산생성이 우유에서는 저조하였으나 두유에서 우수하였으며 *S. thermophilus*는 우유와 두유 양쪽에서 산생성이 우수했다고 보고하였다. Wang 등⁽⁷⁾은 8종의 *L. acidophilus*와 4종의 *L. bulgaricus*를 두유에 접종하여 산생성을 조사한 결과, *L. acidophilus* 가운데 4종은 두유에서 산생성이 우수하였으나 나머지 4종은 두유에 포도당 또는 유당을

첨가해야만 산생성이 촉진되었으며, *L. bulgaricus*는 두유에서 산생성이 매우 저조하여 4종 가운데 1종만이 포도당이나 유당의 첨가에 의하여 산생성이 촉진되었다고 보고하였다. 그런데 두유에서 생육과 산생성이 저조한 젖산균 가운데는 각종 첨가물(糖, 우유, 단백질 가수분해물, 아미노산, yeast extract, whey powder 등)에 의해 생육과 산생성이 크게 촉진되는 경우가 있다고 여러 연구자들이 보고하였다^(1, 3-5, 7, 8, 10, 17).

한편 대두요구르트의 향미에 관한 연구를 살펴보면, 젖산균발효에 의하여 두유의 향미가 현저하게 개선되나 우유요구르트에는 미치지 못하며^(11, 12, 14, 15, 18, 19), 젖산균발효에 의하여 두유의 관능성이 개선되는 이유 가운데 하나는 두유에 함유된 콩비린내(bean flavor)가 감소하기 때문이며^(7, 15, 20), 분리대두단백이나 농축대두단백으로 만든 대두요구르트의 향미가 全脂大豆나 脱脂大豆로 만든 대두요구르트의 향미보다 우수하다고 보고되었다⁽¹⁵⁾.

지금까지 보고된 대두요구르트에 관한 연구의 내용을 검토하여 보면, 농축대두단백이나 분리대두단백으로 만든 두유에서 여러 젖산균들의 생육과 산생성을 비교하고, 이들로부터 만들어진 대두요구르트의 향미를 비교한 연구가 이루어져 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 농축대두단백으로 두유를 만들고 여기에 *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *S. lactis*, *S. cremoris*를 각각 접종하여 젖산균의 생육과 산생성을 조사하고, 대두젖산균음료를 제조하여 관능검사를 실시한 후에 두유와 대두요구르트에 들어 있는 몇가지 휘발성분을 측정하였다.

材料 및 方法

사용균주

본 실험실에 보존되어 있는 여러 종의 젖산균 가운데 두유에서 생육이 비교적 우수한 *Lactobacillus acidophilus* (KFCC 12731), *Lactobacillus bulgaricus* (AKU 1125), *Lactobacillus casei* (IFO 3425), *Streptococcus lactis* (ML 8), *Streptococcus cremoris* (CHR)의 5균주를 선택하여 사용하였다. 젖산균주의 보존용 배지로는 *Lactobacillus*의 경우는 MRS 한천배지(Oxoid Limited), *Streptococcus*의 경우는 Elliker's agar(Difco Laboratories)를 사용하였다.

두유 및 대두요구르트의 제조

미국 ADM Foods의 농축대두단백(soy protein concentrate)⁽¹²⁾을 구입하여 고형분 함량이 6.27%(w/w)가 되도록 두유를 만들고 여기에 포도당 5%(w/w)를 가한 후, 두유 100ml를 95°C에서 30분 가열 살균(*S. cremoris*의 경우는 121°C, 15분)한 후 실온까지 냉각시키고 MRS

broth 또는 Elliker's broth에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 2.5%(v/v)의 비율로 접종하여 40°C (*Lactobacillus*) 또는 30°C (*Streptococcus*)의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

젖산균의 생육과 산생성량의 측정

두유에서 젖산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 일정시간마다 배양 중의 대두요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 젖산균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 젖산균수, 적정산도, pH의 측정은 前報⁽¹²⁾의 방법에 준하였다. (이상의 생육 실험은 4회에 걸쳐서 되풀이하였다.)

대두 젖산균음료의 제조 및 관능검사

배양이 끝난 커드(curd)상의 요구르트를 2배의 증류수로 희석하고, 자당(15%), 구연산(0.1%) 및 바나나향을 혼합한 뒤 충분히 교반하고 5°C의 냉장고에서 수시간 방냉한 후 관능검사에 사용하였다. 관능검사의 방법은 多重比較試驗(multiple comparisons test), hedonic scale(t-test)과 2點嗜好試驗(paired preference test)에 준하였으며⁽²⁵⁾, 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 각각 4회에 걸쳐 검사에 임하게 하였다. 多重比較試驗의 표준시료로는 시판의 우유젖산균음료를 사용하였고, hedonic scale에서 표준시료로 사용된 SPC 두유는 SPC 요구르트와 성분조성이 같도록 하고 (SPC 6.27%, 포도당 5%), 여기에 2배의 증류수, 자당(15%), 구연산(0.1%), 바나나향 및 lactic acid(0.4%)를 첨가하였다.

두유 및 대두요구르트의 Head space gas 중에 들어 있는 n-Hexanal 및 Diacetyl의 측정

i) 두유와 대두요구르트의 제조 : 두유는 앞에서 언급한 방법과 동일하게 SPC 6.27%(w/w)와 포도당 5%(w/w)로 만들었으며 대두요구르트는 두유에 4종의 젖산균 배양액을 각각 2.5%(v/v)의 비율로 접종하여 40°C (*S. lactis*의 경우는 30°C)에서 24시간 배양하여 만들어진 커드상의 요구르트를 gas chromatograph 분석의 시료로 사용하였다.

ii) Gas chromatography: 30g의 시료를 200ml의 유리용기에 넣고 36g의 Na₂SO₄와 일정량의 internal standard를 가하여 고무마개로 밀봉한 후 60°C의 수조에서 10분간 진탕하였다. 발생한 headspace gas를 8ml 취하여 Parkard Model 419 Gas Chromatograph (AMBAC Industries Inc.)로 분석하였다. 표준시약으로 Poly Science Co. 제품의 n-hexanal과 보라향료에서 분량받은 diacetyl을 사용하여 retention time을 비교하여 peak

를 동정하였고 autolab minigrator (Spectra-Physics)를 사용하여 peak의 면적을 계산하였다. Gas chromatograph의 분석 조건은 Table 1과 같다.

結果 및 考察

두유에서 젖산균의 생육과 산생성

본 실험에서는 농축대두단백으로 두유를 만들고 여기에 5종의 젖산균을 각각 접종하여 이들에 의한 산생성과 두유에서의 생육을 조사하였다.

Fig. 1은 48시간 동안의 젖산균에 의한 산생성을 보

여주는데 실험 초기의 산도는 5종의 젖산균에 있어서 큰 차이가 없었으나 18시간부터 48시간까지 *L. bulgaricus*에 의한 산생성이 가장 높았고 다음은 *L. casei*, *L. acidophilus*, *S. lactis*, *S. cremoris*의 순이었다.

Fig. 2는 48시간 동안의 pH의 변화를 보여주는데 실험 초기에는 5종의 젖산균 사이에 큰 차이가 없었으나 18시간부터 *L. bulgaricus*의 pH가 가장 낮았으며 다음은 *L. casei*, *L. acidophilus*의 순서였고 *Streptococcus* 2종의 pH는 *Lactobacillus*의 pH보다 높은 경향을 보였다. 이러한 경향은 산도의 변화와 매우 유사한 것이었다.

Fig. 3은 두유에서 배양한 젖산균의 생균수의 변화를

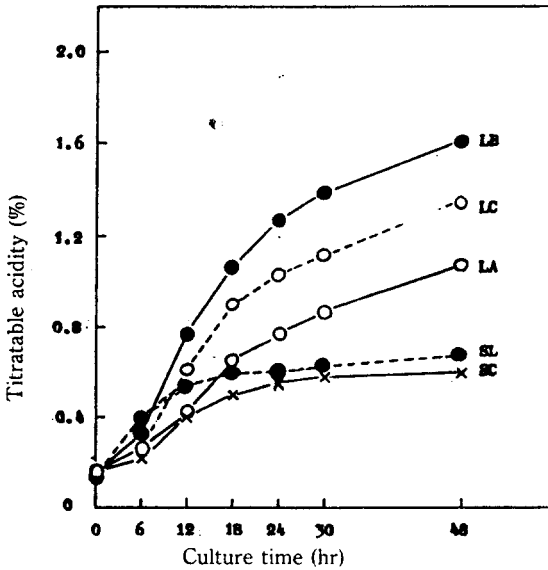


Fig. 1. Changes in titratable acidity during fermentation of soy milk

The soy milk used in this experiment contains SPC (6.27%) and glucose (5%).

- LA : *L. acidophilus*
- LB : *L. bulgaricus*
- LC : *L. casei*
- SL : *S. lactis*
- x— SC : *S. cremoris*

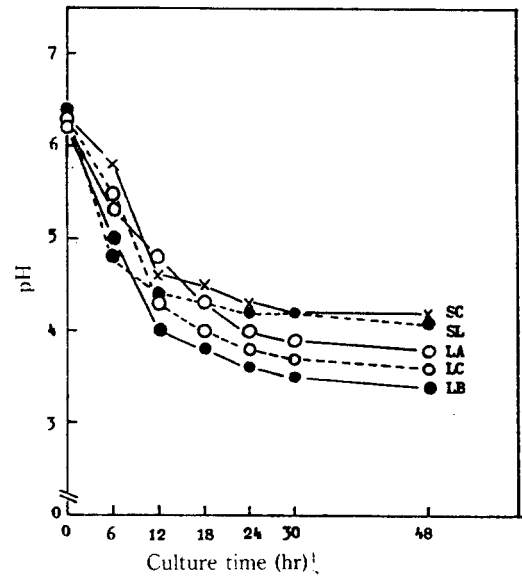


Fig. 2. Changes in pH during fermentation of soy milk

The soy milk used in this experiment contains SPC (6.27%) and glucose (5%).

- LA : *L. acidophilus*
- LB : *L. bulgaricus*
- LC : *L. casei*
- SL : *S. lactis*
- x— SC : *S. cremoris*

Table 1. Conditions of gas chromatographic analysis

	n-Hexanal	Diacytyl
Column	Glass (4ft × 1/16 in)	Stainless steel (3.2m × 1.5mm)
Support material	Chromosorb W (60-80 mesh)	Chromosorb W (60-80 mesh)
Liquid phase	10% OV-101	8% TCEP
Oven temp	60°C	80°C
FID temp	150°C	150°C
Internal standard	2-Heptanone (5μg)	n-Butanol (1μg)

보여주는 것으로서 실험 초기에 생균수는 *S. cremoris* 불 제외하 4종의 젖산균 사이에 큰 차이가 없었으며, *S. lactis*의 stationary phase는 대략 6시간 부터이고 나머지 4종의 stationary phase는 대략 12시간 부터인 것으로 생각된다. stationary phase에서 생균수는 *L. bulgaricus*가 다소 높았고 *L. casei*와 *S. cremoris*가 다소 낮은 경향을 보였다.

이상의 결과로 보면 농축대두단백으로 만든 두유에서 *Lactobacillus* 3종의 산생성이 우수한 반면 *Streptococcus* 2종의 그렇지 않은것으로 나타났다. *Lactobacillus* 가운데 특히 *L. bulgaricus*가 우수한 산생성을 보였으며, *Streptococcus*중에서 *S. cremoris*는 접종 초기의 생균수가 낮았으며 산생성도 전 실험기간을 통하여 매우 저조하였다. Mital과 Steinkrans⁶⁾ 그리고 Wang등⁷⁾은 *L. bulgaricus*는 대두에 들어있는 糖인 sucrose, raffinose, stachyose등을 이용할 수 없으므로 두유에서 생육과 산생성이 매우 저조했다고 보고하였는데, 본 실험에서는 두유에 포도당을 첨가하였기 때문에 *L. bulgaricus*의 생육과 산생성이 다른 젖산균보다 우수했던 것으로 생각된다.

본 실험에서 사용된 *Streptococcus* 2종, 즉 *S. lactis*와

*S. cremoris*는 두유에서 산생성이 저조하였는데 이러한 결과는 Angeles와 Marth⁸⁾의 결과와도 일치하는 것이었다. 그러나 *Streptococcus*중에서도 *S. thermophilus*는 두유에서 산생성이 우수하다고 보고되어 있으므로^{15,16)}, 농축대두단백으로 만든 두유에서 *S. thermophilus*의 생육에 관하여 앞으로 연구가 이루어져야할 것으로 생각된다.

대두젖산균음료의 향미

Table 2는 생육과 산생성이 저조한 *S. cremoris*를 제외한 4종의 젖산균으로 제조된 대두젖산균음료의 향미를 비교한 것이다. 본 실험에서 사용된 관능검사는 多重比較試驗으로서 최하 점수가 1, 최고 점수가 9이며 표준시료로는 시판의 우유젖산균음료를 사용하였다. overall acceptability (전체적인 기호도)란 젖산균음료의 맛(taste), 냄새(odor), 조직감(texture), 침전성(sedimentation)등을 모두 포함한 것이다. flavor(향미)란 젖산균음료의 맛과 냄새만을 의미하는 것으로서 특히 대두의 콩비린내에 의하여 점수가 영향을 받도록 실험을 실시하였다. 표준시료로 사용된 우유젖산균음료에비하여 모든 대두젖산균음료의 overall acceptability는 떨어졌으며 대두젖산균음료 중에서는 *L. bulgaricus*가 가장 높은 점수를 나타냈고 *S. lactis*가 가장 낮은 점수를 나타냈다. 이러한 경향은 flavor의 경우에서도 거의 유사하였다. 이상의 결과와 앞에서 본 생육 실험의 결과를 연결지어 보면, 대두젖산균음료 중에서는 두유에서 산생성이 가장 높은 *L. bulgaricus*의 향미가 가장 우수하였고, 산생성이 가장 낮은 *S. lactis*의 향미가 가장 저조하였다.

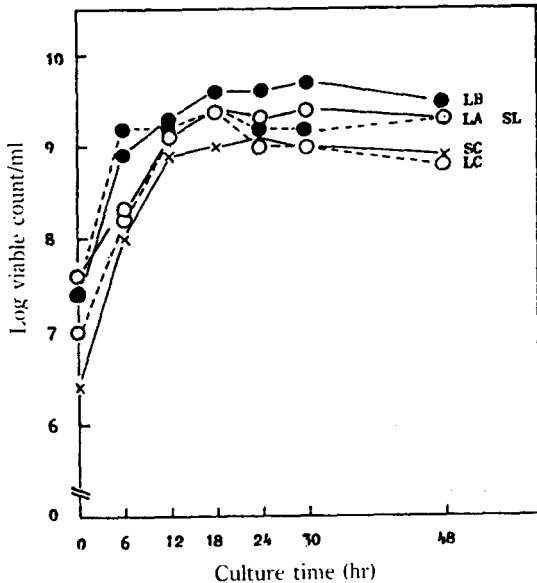


Fig. 3. Changes in viable cell during fermentation of soy milk

The soy milk used in this experiment contains SPC (6.27%) and glucose (5%).

- o — LA : *L. acidophilus*
- ● — LB : *L. bulgaricus*
- ○ — LC : *L. casei*
- ● — SL : *S. lactis*
- x — SC : *S. cremoris*

Table 2. Taste panel evaluation of soy yogurt beverages

Type of yogurt beverage	Average flavor score*	
	Overall acceptability	Flavor
Milk yogurt beverage (R)	5.02 a	5.02 a
SYB (<i>L. bulgaricus</i>)	3.07 b	3.07 b
SYB (<i>L. casei</i>)	2.97 b	3.00 b
SYB (<i>L. acidophilus</i>)	2.72 bc	2.62 bc
SYB (<i>S. lactis</i>)	2.32 c	2.35 c

*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.

표준시료에 비하여 대두젖산균음료의 향味が 떨어지는 이유는 '이동'⁽¹⁸⁾의 실험에서도 지적인 바와 같이 대두젖산균음료의 콩비린내, 거칠은 조직, 침전 발생등과 관계가 있는 것으로 생각된다.

Table 3은 농축대두단백으로 제조된 두유와 여기에 *L. bulgaricus*를 접종하여 만든 대두젖산균음료의 향미를 비교한 것이다. 이 실험에서는 hedonic scale과 2點嗜好試驗을 사용하였으며, hedonic scale의 최하 점수는 1, 최고 점수는 9이었다. hedonic scale의 결과를 보면 두유에 비하여 대두젖산균음료의 향미는 현저하게 높아서 1%수준에서 유의차를 보였다. 2點嗜好試驗의 결과를 보면 40명의 검사된 가운데 두유 5, 대두젖산균음료 35로서 역시 1%수준에서 유의차를 보였다. 이상의 두 관능검사의 결과는 젖산균발효에 의하여 두유의 향味が 현저하게 향상된다는 사실을 시사하는 것으로 생각된다.

Mital과 Steinkraus⁽¹⁹⁾는 탈지두유에 *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*을 각각 접종하여 만든 대두요구르트의 향미를 *S. thermophilus*로 만든 우유요구르트의 향미와 비교한 결과, 대두요구르트의 향미가 우유요구르트보다 떨어졌으며, 대두요구르트 가운데는 산생성도가 높은 *S. thermophilus*로 만든 시료가 산생성도가 낮은 *L. acidophilus*나 *L. plantarum*으로 만든 시료보다 향미가 우수했다고 보고하였다. 이들의 실험과 본 실험과는 사용된 기질과 균주가 다르므로 두 실험의 결과를 비교하는 데는 다소 무리가 있으나 유산균에 의한 산생성도와 대두요구르트의 향미 사이에 상관 관계가 있다고 하는 점에서는 두 실험의 결과가 일치하는 것으로 생각된다.

두유 및 대두요구르트에 함유되어 있는 n-Hexanal 및 Diacetyl

콩비린내 (beany flavor)는 대두에 들어 있는 여러가지 화합물에 의하여 복합적으로 발생되며, 그 중에 대표적인 것은 n-hexanal 등의 aldehyde와 isopentanol, n-pentanol, n-hexanol, n-heptanol 등의 alcohol을 들 수 있다

Table 3. Comparison of flavor of soy yogurt beverage and soy milk

Type of test	Average flavor score	
	Soy milk	Soy yogurt beverage
Hedonic scale	3.40	5.63**
Paired preference test	5	35**

** Indicates significant difference at the 1% level.

⁽²⁰⁾. 본 실험에서는 발효 전후의 두유에 들어 있는 n-hexanal(콩비린내의 한 성분)과 diacetyl(낙농제품의 한 방향성분)의 함량을 측정하였다. Table 4는 농축대두단백으로 만든 두유와 거기에 4종의 젖산균을 각각 접종하여 만든 요구르트(키드상태)에 함유되어 있는 n-hexanal과 diacetyl의 양을 보여주는데, 먼저 n-hexanal을 보면 두유에는 7.7 µg이 들어 있는데 비하여 요구르트에서는 0.6~2.65 µg으로 크게 감소하였으며 4종의 젖산균 가운데 *Lactobacillus* 3종으로 만든 요구르트에서 *S. lactis*로 만든 요구르트보다 더 많이 감소하였다. 한편 diacetyl은 두유에서는 탐지되지 않았으나 요구르트에서는 탐지되었으며, 이 경우도 역시 *S. lactis*보다 *Lactobacillus* 3종에 의하여 더 많은 양이 생성되었다.

이상의 결과를 앞의 생육 실험의 결과와 연결지어 보면 대체적으로 산생성이 우수한 *Lactobacillus*가 산생성이 비교적 저조한 *S. lactis*에 비하여 n-hexanal의 양이 낮은 반면 diacetyl의 양은 높은 것으로 나타났다. 한편 관능검사의 결과와 연결지어 보면 n-hexanal이 낮고 diacetyl이 높은 *Lactobacillus*의 편이 *S. lactis*보다 높은 점수를 보였다.

Pinthong 등⁽²⁰⁾은 두유에 젖산균, 특히 *L. bulgaricus*를 접종하여 만든 대두요구르트의 향미가 두유보다 우수하였고, n-hexanal등과 같은 콩비린내 성분의 농도가 높을 때 대두요구르트의 관능성이 떨어지며 *L. bulgaricus*에 의하여 두유의 n-hexanal이 감소하였다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험의 경향과 일치하는 것으로 생각된다.

본 실험에서 얻은 이상의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다. 즉, 대두젖산균음료의 관능성은 접종된 젖산균의 두유에서의 생육과 산생성, 특히 산생성 능력과 높은 상관관계가 있으며, 두유에서 생육과 산생성이 우수한 젖산균은 두유의 콩비린내 성분 가운데 일부를

Table 4. Relative amounts of volatile compounds in headspace gas of soy milk and soy yogurt*

Volatile compounds	n-Hexanal (µg)	Diacetyl (µg)	
Soy milk	7.7	Not detected	
Soy yogurt	<i>L. acidophilus</i>	0.6	4.9
	<i>L. bulgaricus</i>	1.4	8.0
	<i>L. casei</i>	0.7	1.7
	<i>S. lactis</i>	2.65	10.3

* The amounts of volatile compounds are corrected to a fixed amount of internal standard. The values are averages of four repetitive determinations.

감소시키고 香味 성분을 생성하여 두유의 관능성 향상에 기여하는 것으로 생각된다.

要 約

농축대두단백으로 두유를 만들고 여기서 *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*, *S. cremoris*를 각각 접종하여 젖산균의 생육과 산생성을 조사하고 커드상의 대두요구르트로부터 液狀의 젖산균 음료를 제조하여 관능검사를 실시한 후에 두유와 대두요구르트에 들어 있는 몇가지 휘발성분을 측정하였다. 생육 실험의 결과물 보면 두유에 접종된 5종의 젖산균 가운데 산생성은 대체적으로 *L. bulgaricus*가 가장 높았고 다음은 *L. casei*, *L. acidophilus*, *S. lactis*, *S. cremoris*의 순이었다. 관능검사의 결과를 보면 대두젖산균음료의 香味는 우유젖산균음료의 香味보다 떨어졌으며, 대두젖산균음료 중에는 산생성도가 가장 높은 *L. bulgaricus*로 만든 젖산균음료의 香味가 가장 우수하였고 산생성도가 가장 낮은 *S. lactis*로 만든 젖산균음료의 香味가 가장 저조하였다. 두유와 대두젖산균음료의 香味를 비교할 때 대두젖산균음료의 香味가 훨씬 우수하였으며, 젖산균발효에 의하여 두유에 들어 있는 n-hexanal은 크게 감소하였고 diacetyl이 새로이 생성되었다.

文 獻

1. 김오섭, 김창한 : 산업미생물학회지, 7, 205(1979)
2. 오혜숙, 이경혜, 윤선 : 한국영양학회지, 14, 175(1981)
3. 이재성, 한판주, 서기봉 : 한국식품과학회지, 4, 194(1972)
4. 이호 : 고려대학교 석사학위논문(1980)
5. Angeles, A. and Marth, E.: *J. Milk and Food Technol.*, 34(1), 30 (1971)
6. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H.: *J. Food Sci.*, 39, 1018 (1974)
7. Wang, H.L., Kraidej, L. and Hesseltine, C.W.: *J. Milk and Food Technol.*, 37(2), 71 (1974)
8. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J.: *J. Food*

Technol., 15, 647 (1980)

9. Yamanaka, Y. and Furukawa, N.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 16, 572 (1969)
10. Yamanaka, Y. and Furukawa, N.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 17, 456 (1970)
11. 성원희, 임숙자, 고영태 : 한국식품과학회지, 16, 120 (1984)
12. 유지창, 임숙자, 고영태 : 한국식품과학회지, 16, 143 (1984)
13. 이정숙, 고영태, 백정기 : 한국농화학회지, 27, 7 (1984)
14. 고영태, 김영배, 백정기 : 한국농화학회지, 27, 163 (1984)
15. 이정숙, 김영배, 고영태 : 한국식품과학회지, 17, 51(1985)
16. 백인숙, 임숙자, 고영태 : 한국식품과학회지, 17, 45(1985)
17. Mital, B.K., Prasad, R. and Singh, S.: *J. Food Sci. and Technol.*, 14, 182 (1977)
18. Mital, B.K. and Steinkraus K.H.: *J. Milk and Food Technol.*, 39, 342 (1976)
19. Kanda, H., Wang, H., Hesseltine, C. and Warner, K.: *Process Biochem.*, 11(5), 23 (1976)
20. Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J.: *J. Food Technol.* 15, 653 (1980)
21. Mital, B.K. and Steinkraus, K.H.: *J. Food Sci.*, 40, 114 (1975)
22. Pinthong, R., Macrae, R. and Dick, J.: *J. Food Technol.*, 15, 661 (1980)
23. Kolar, C.W., Cho, I.C. and Watrous, W.L.: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 56, 389 (1979)
24. Andres, C.: *Food Processing*, 39(11), 67 (1978)
25. Larmond, E.: *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*, Canada Department of Agriculture, Ottawa, p. 31 (1977)
26. Smith, A.K. and Circle, S.J.: in *Soybeans*, Smith A.K. and Circle, S.J. (ed.), 2nd ed., AVI Publishing Co., Westport, Vol. 1, p. 339 (1978)

(1986년 1월 15일 접수)