

우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구

김혜정 · 고영태

덕성여자대학교 식품영양학과

Study on Preparation of Yogurt from Milk and Soy Protein

Hae-Joung Kim and Young-Tae Ko

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

Abstract

The curd yogurt was prepared from milk or milk added with skim milk powder or soy proteins. Acid production by lactic acid bacteria in milk containing additive of 2% was investigated and quality of curd yogurt (sensory property and keeping quality) was examined. Some organic acids in curd yogurt were analyzed by HPLC. The soy proteins, particularly defatted soy flour or soy flour, stimulated acid production by lactic acid bacteria more than skim milk powder. Among the four organisms tested, *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus bulgaricus* produced more acid than *L. casei* and *L. delbrueckii*. HPLC analysis of organic acids in curd yogurt showed that the amount of lactic acid and acetic acid markedly increased during the fermentation by *L. bulgaricus* for 24 hours while the amount of citric acid markedly decreased. The major organic acid produced during the fermentation was lactic acid. Addition of soy proteins to milk reduced sensory property of curd yogurt. Among the soy proteins tested, soy protein concentrate or soy protein isolate added sample showed better sensory acceptability than other samples. When curd yogurt was kept at 5°C for two weeks; titratable acidity, pH and number of viable cells of curd yogurt were not changed.

Key words : yogurt, soy protein, lactic acid bacteria

서 론

요구르트는 우유를 젖산균으로 발효시켜 酸味와 香味를 강화시킨 것으로 주원료인 우유의 성분 이외에 젖산균의 작용에 의해 만들어진 성분(젖산, 펩톤, 펩타이드 등)과 젖산균 균체가 포함되어 있으므로 영양학적으로 우유보다도 우수하다고 할 수 있다⁽¹⁾. 우리나라에서는 1970년대 초에 액상의 요구르트가 시판되기 시작하였고 최근에는 대부분의 유업회사에서 생산되고 있다. 수년 전부터는 종래의 액상요구르트보다 유고형분 함량과 젖산균수가 많은 커드(curd)상의 요구르트(糊狀요구르트 또는 농후발효유라고도 함)가 시판되기 시작하였는데 그 수요가 크게 증가하고 있으며 앞으로 수년 후에는 소비량이 액상요구르트를 능가할 것으로 예상된다.

우리나라의 식품 성분규격에 따르면 커드상의 요구르트(농후발효유)의 無脂乳固形分(milk solids-not-fat) 함량은 8% 이상으로 액상요구르트(발효유)의 3% 이상과 비교하였을 때 매우 높다. 커드상 요구르트의 유고형분

함량을 높이기 위하여 일반적으로 탈지분유, 전지분유, 버터밀크 분말, 유청 분말, 카제인 분말 등이 첨가되고 있다⁽²⁾. 우리나라 유업회사에서는 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하여 요구르트의 유고형분 함량을 높이고 있다.

한편, 대두는 세계 식량문제와 관련하여 새로운 단백질 공급원으로서 주목받고 있으며, 대두를 이용한 새로운 식품을 개발하기 위한 노력이 활발하게 이루어져 왔다. 이 가운데서 대두요구르트는 대두의 소화율을 높이고 콩비린내(beaney flavor)를 없애기 위하여 시도된 것이다.

본 연구의 내용과 관련된 문헌, 즉 우유에 대두단백질 또는 두유를 혼합하여 만든 요구르트에 관한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Andres⁽³⁾는 우유에 대두분(soy flour)을 첨가하여 만든 요구르트는 점도가 높고 풀과 같은 조직감(pasty texture)때문에 품질이 불량하였으나, 분리대두단백을 첨가하여 만든 요구르트는 거의 마요네즈와 같은 부드러운 조직감을 나타냈다고 보고하였다.

Kolar 등⁽⁴⁾은 우유에 분리대두단백을 첨가하여 만든 요구르트는 단백질로 환산하여 같은 양의 탈지분유 또는 Na-caseinate를 첨가하여 만든 요구르트에 비하여 점도와

Corresponding author: Young-Tae Ko, Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-dong, Dobong-ku, Seoul 132-714, Korea

gel 경도가 현저하게 높았다고 보고하였다.

Yamanaka와 Furukawa⁽⁵⁾는 탈지유(skim milk)에 두유를 첨가하여 발효유제품을 제조하는 실험에서 7종의 젖산균(*Lactobacillus* 3종, *Streptococcus* 4종)에 의한 산생성과 커드의 경도를 조사하였는데, *S. cremoris*의 경우를 제외하고는 두유의 첨가로 젖산균의 산생성이 대체적으로 증가하여 탈지유에 대한 두유의 혼합비율이 60~75%일 때 산도가 가장 높았으며, 커드의 경도는 두유의 혼합비율이 20~30%일 때 가장 높았다고 보고하였다.

이 등⁽⁶⁾은 두유, 우유 또는 혼합원료에 *L. casei*를 접종하여 산도의 변화를 관찰한 결과, 두유에 비하여 두유와 우유의 혼합은 젖산균의 산생성을 촉진시켰으며, 관능검사의 결과를 보면 우유 100%구가 가장 우수하였고 우유 20% 및 50% 혼합구도 높은 기호성을 보였다고 보고하였다.

이⁽⁷⁾는 두유 또는 탈지두유를 이용한 젖산균음료 제조에 관한 연구에서 탈지유의 첨가가 젖산균(*Lactobacillus* 2종, *Streptococcus* 1종)의 산생성에 미치는 영향을 관찰하였는데, 두유 또는 탈지두유에서 젖산균의 산생성은 대체적으로 탈지유보다 저조하였으며, 두유나 탈지두유에 탈지유를 10%, 30% 또는 50% 첨가한 경우 탈지유 첨가 농도를 증가시키에 따라 젖산균의 산생성이 현저하게 촉진되었다고 보고하였다.

이상의 문헌을 살펴보면 지금까지 보고된 연구는 우유 또는 탈지유에 대두분, 분리대두단백 또는 두유 가운데 하나를 첨가하거나, 두유 또는 탈지두유에 탈지유를 첨가하여 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질을 조사한 것임을 알 수 있다. 즉, 지금까지 이루어진 연구에서는 우유에 첨가된 대두단백질이 젖산균의 산생성과 요구르트의 품질에 미치는 영향이 단편적으로만 이루어졌다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 이루어진 연구를 기본으로 하되 실험방법을 달리하고 범위를 확대하여 새로운 연구를 실시하였다. 즉, 우유에 탈지분유를 첨가하는 대신에 각종 대두단백질(대두분, 탈지대두분, 농축대두단백, 분리대두단백)을 일정량 첨가하여 커드상의 요구르트를 만들고 대조군(우유로만 만든 요구르트)과 비교하여 대두단백질의 첨가가 젖산균의 산생성 및 커드상 요구르트의 품질(관능성, 저장성)에 미치는 영향을 관찰하였다.

재료 및 방법

사용균주

Lactobacillus bulgaricus(AKU 1125), *L. casei*(IFO 3425), *L. delbrueckii*(IFO 3202), *Leuconostoc mesenteroides*(ATCC 9135)의 4가지 균주를 선택하여 사용하였

으며 젖산균주의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab.)를 사용하였다.

요구르트의 제조

서울우유의 시유(全脂牛乳)를 대리점으로부터 구입하여 요구르트 제조의 기질로 사용하였다. 우유를 그대로 기질로 사용하거나 고흡분 함량을 증가시키기 위하여 탈지분유(서울우유)나 대두분(부농단백), 탈지대두분(미국, Sigma Chemical), 농축대두단백(미국, ADM Foods), 분리대두단백(ADM Foods)을 2%(w/v) 첨가한 우유를 기질로 사용하였다. 예비실험을 통하여 탈지분유나 대두단백질의 첨가 농도는 2%가 적합한 것을 알았다. 첨가된 각 물질의 조성은 Table 1과 같다. 준비된 기질은 95°C로 고정된 수조에서 20분간 가열처리하여 살균한 후 40°C 전후로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(v/v)의 비율로 접종하여 40°C 항온기에서 일정시간 발효하였다.

젖산균의 생육과 산생성량의 측정

요구르트에서 젖산균의 생육과 산생성을 조사하기 위하여 배양이 완료된 요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 생균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 측정방법은 前報⁽¹²⁾에 준하였다.

HPLC에 의한 유기산 분석

HPLC를 이용하여 커드상의 요구르트에 함유된 몇 가지 유기산을 분석하였다. 발효가 완료된 시료를 5°C 냉장고에서 방냉한 후, 원심분리기(한일산업사, Model HA-100)로 2000 rpm에서 30분 원심분리하여 상정액을 취하였다. 이것을 aspirator를 이용하여 Whatman No. 2 및 No. 5 여과지로 여과하고 5배로 희석한 후, 0.45 μm의 membrane filter가 들어 있는 시료여과장치(Waters)로 처리한 것을 HPLC 시료로 사용하였다. 시료 주입량은 10 μl였다. 표준시료는 formic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid, propionic acid(이상 모두 특급시약)가 0.1% 들어있는 혼합액을 사용하였고, 표준시료의 retention time과 비교하여 시료의 peak를 확인한 후, integrator에 의해 계산된 peak의 면적으로부터 각 유기산의 함량(%)을 산출하였다. HPLC의 분석조건은 Table 2와 같다.

요구르트의 관능검사

우유에 2%의 탈지분유 또는 대두단백질을 첨가하여 만든 기질을 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켜 만든 커드상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 발효가 완료된 요구르트를 충분히 교반한 후 5°C 냉장고에서 수시간

Table 1. Composition of skim milk powder and various soy proteins

| | Skim milk powder ⁽⁸⁾ | Soy flour ⁽⁹⁾ | Defatted soy flour ⁽¹⁰⁾ | Soy protein concentrate ⁽¹¹⁾ | Soy protein isolate ⁽¹¹⁾ |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Protein | 35.0% | 40.4% | 52.0% | 67.0% | 86.0% |
| Moisture | 3.0% | 4.3% | 8.4% | 6.0% | 6.0% |
| Fat | 1.0% | 23.3% | 1.0% | 0.5% | 0.5% |
| Ash | 8.5% | 5.1% | 6.1% | 5.3% | 4.5% |
| Fiber | ND ^{a)} | 1.0% | ND | 3.5% | 0.5% |
| Carbohydrates (by difference) | 52.5% | 25.9% | ND | 17.7% | 2.5% |

a) ND : Not determined

방냉하고 요구르트의 20%(w/w)에 상당하는 딸기잼(제일제당)을 가한 뒤 검사원에게 제공하였다. 관능검사의 방법은 多重比較試驗에 준하였으며,⁽¹¹⁾ 10명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 5일간 5회에 걸쳐 검사를 실시하였다. 표준시료로는 우유에 2%의 탈지분유를 첨가하여 만든 커드상의 요구르트를 사용하였다.

요구르트의 저장성 조사

우유 또는 우유에 2%의 탈지분유나 대두단백질을 첨가하여 만든 기질을 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켜 얻은 커드상의 요구르트를 시료로 사용하였다. 모든 시료는 살균된 100 ml 삼각플라스크에 50 ml씩 준비하였으며, 5°C 냉장고에서 2일 간격으로 생균수, 적정산도, pH를 측정하였고 향미도 관찰하였다.

통계처리

실험결과와 통계처리는 분산분석(ANOVA)과 최소유역차 검정⁽¹⁴⁾에 준하였다.

결과 및 고찰

대두단백질의 첨가가 젖산균의 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 탈지분유 또는 각종 대두단백질이 2% 첨가된 우유에 4종의 젖산균을 각각 접종하여 24시간 발효한 후 대조군(우유로만 만든 요구르트)과 산생성도를 비교 관찰하였다. Table 3에서 적정산도는 24시간 발효 후에 측정된 산도에서 접종 직후의 산도를 뺀 수치이다.

*L. bulgaricus*의 경우, 산생성이 가장 높았던 것은 탈지대두분을 첨가한 경우로 산도가 1.262%였다. 그 다음은 대두분, 농축대두단백, 분리대두단백, 탈지분유의 순이었으며 대조군이 0.841%로 산생성이 가장 저조하였다. 각 첨가군과 대조군 사이에는 5% 수준에서 유의차가 있었다. *L. delbrueckii*와 *Leuc. mesenteroides*의 경우도 *L. bulgaricus*와 일치하는 결과를 보여 주었다. 그런데

Table 2. Conditions of HPLC analysis

| | |
|----------------------|---|
| Instrument | Waters HPLC(M501 pump, U6K Injector, M484 UV/VIS Detector, M745 Integrator) |
| Column | μ Bondapack-C ₁₈ , 3.9 mm×30 cm |
| Mobile phase | 0.05 M-KH ₂ PO ₄ , pH 2.2 with H ₃ PO ₄ |
| Flow rate | 0.8 ml/min |
| Detection wavelength | 214 nm |
| Attenuation | 64 |
| Chart speed | 0.5 cm/min |
| Peak mark | 300 |

*L. casei*의 경우, 대두단백질 첨가군이 탈지분유 첨가군이나 대조군보다 산생성이 우수한 것은 다른 젖산균과 마찬가지로 있으나, 대두단백질 첨가군 사이에 약간의 차이가 있어 산생성이 가장 높았던 것은 분리대두단백 첨가군이었고 그 다음은 탈지대두분, 대두분, 농축대두단백 순이었다.

pH는 대조군과 탈지분유 첨가군이 대두단백질 첨가군보다 다소 높은 경향을 나타냈는데, 이 결과는 대조군과 탈지분유 첨가군의 적정산도가 낮은 것과 대체로 일치하는 경향이였다.

이상의 결과로 우유에 탈지분유나 대두단백질을 첨가하는 것이 젖산균의 산생성을 촉진시키며, 이와 같은 촉진효과는 탈지분유보다 대두단백질의 경우가 더 높은 것을 알았다. 탈지분유의 첨가로 젖산균이 이용할 수 있는 無脂乳固形分 함량이 증가하여 산생성이 촉진된 것으로 생각되며 탈지분유 첨가군보다 대두단백질 첨가군의 산생성이 높은 이유는 우유에는 들어있지 않은 젖산균 발육촉진물질이 대두에 들어있기 때문으로 생각된다. *L. casei*의 경우를 제외하고는 대두분이나 탈지대두분 첨가군이 농축대두단백이나 분리대두단백 첨가군

Table 3. Effect of additives and cultures on acid production in milk

| | Culture ^{a)} | Additive ^{b)} | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Control | SMP | SF | DSF | SPC | SPI |
| Titratable acidity(% ^{c)} | LB | 0.841 ^f | 0.959 ^e | 1.215 ^b | 1.262 ^a | 1.183 ^c | 1.098 ^d |
| | | ± 0.009 | ± 0.018 | ± 0.031 | ± 0.020 | ± 0.018 | ± 0.020 |
| | LC | 0.578 ^d | 0.671 ^c | 0.961 ^b | 1.037 ^a | 0.949 ^b | 1.058 ^a |
| | | ± 0.014 | ± 0.029 | ± 0.014 | ± 0.038 | ± 0.007 | ± 0.018 |
| | LD | 0.754 ^f | 0.869 ^e | 1.024 ^b | 1.049 ^a | 0.992 ^c | 0.904 ^d |
| | | ± 0.013 | ± 0.016 | ± 0.011 | ± 0.020 | ± 0.007 | ± 0.011 |
| | LEU | 0.958 ^f | 1.071 ^e | 1.253 ^b | 1.276 ^a | 1.174 ^c | 1.145 ^d |
| | | ± 0.014 | ± 0.014 | ± 0.014 | ± 0.018 | ± 0.011 | ± 0.022 |
| pH ^{d)} | LB | 4.00 | 4.06 | 3.92 | 3.92 | 3.89 | 3.92 |
| | LC | 4.37 | 4.46 | 4.10 | 4.07 | 4.06 | 3.94 |
| | LD | 4.13 | 4.19 | 4.10 | 4.06 | 4.05 | 4.11 |
| | LEU | 3.89 | 3.93 | 3.88 | 3.89 | 3.88 | 3.89 |

a) LB : *L. bulgaricus*, LC : *L. casei*, LD : *L. delbrueckii*, LEU : *Leuconostoc mesenteroides*

b) SMP : skim milk powder, SF : soy flour, DSF : defatted soy flour, SPC : soy protein concentrate, SPI : soy protein isolate

c) % Titratable acidity as lactic acid. Values reported represent the difference between titratable acidity of an incubated sample and that of an identically treated, but unincubated sample.

Mean values and standard deviations of five or more replications.

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

d) Median values of six replications

Table 4. Composition of some organic acids in curd yogurt^{a)}

| Sample ^{b)} | Incubation time | Organic acid(% ^{c)} | | | Titratable acidity(% ^{d)} |
|----------------------|-----------------|------------------------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| | | Lactic acid | Acetic acid | Citric acid | |
| Milk | 0 hr | 0.097±0.008 | 0.029±0.005 | 0.201±0.004 | 0.185 |
| | 24 hr | 1.048±0.016 | 0.101±0.006 | — | 1.026±0.009 |
| SF | 0 hr | 0.071±0.002 | 0.101±0.008 | 0.219±0.014 | 0.182 |
| | 24 hr | 1.315±0.040 | 0.143±0.006 | — | 1.397±0.031 |

a) Curd yogurt was prepared with *L. bulgaricus*.

b) Milk : Curd yogurt prepared from milk

SF : Curd yogurt prepared from milk and soy flour

c) Mean values and standard deviations of three or more replications

d) Mean values and standard deviations of five or more replications

보다 산생성이 높았는데, 그 이유는 농축대두단백이나 분리대두단백이 정제된 형태이므로 젖산균 발육촉진물질의 함량이 보다 낮기 때문이라고 생각된다.

Yamanaka와 Furukawa⁽⁵⁾는 탈지유에 두유를 첨가하여 7종의 젖산균에 의한 산생성을 조사하였는데, *S. cremoris*의 경우를 제외하고는 두유의 첨가로 산생성이 대체로 증가하였다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 본 실험의 결과와 그 경향이 대체로 일치하는 것이지만, 두 실험의 조건이 相異하기 때문에 정확한 비교는 어려운 것으로 생각된다.

접종된 4종의 젖산균 중에서 산생성이 우수한 것은 *Leuc. mesenteroides*와 *L. bulgaricus*였으며, *L. casei*와 *L. delbrueckii*의 산생성은 약간 저조하였다. 따라서 이후의

실험은 산생성이 높은 두 젖산균 중 발효산물로서 젖산을 주로 생산하는 正常醱酵젖산균인 *L. bulgaricus*를 선택하여 실시하였다.

HPLC에 의한 몇 가지 유기산 분석

2종의 커드상의 요구르트(우유 또는 대두분 2% 첨가 우유를 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켜 만든 시료)에 함유된 몇 가지 유기산을 HPLC로 측정하여 Table 4의 결과를 얻었다. 표준시료는 formic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid, propionic acid가 각각 0.1% 들어있는 혼합액을 사용하였는데, Fig. 1은 표준시료의 HPLC chromatogram이다. 5개의 표준물질 가운데 시료에서 peak가 확인된 것은 lactic acid, acetic acid, citric acid

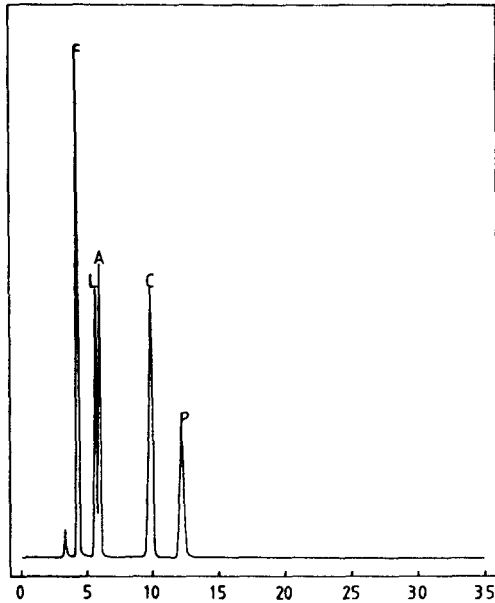


Fig. 1. HPLC chromatogram of organic acid standards

Standard mixture contains 0.1% of formic(F), lactic(L), acetic(A), citric(C) and propionic acid(P), respectively.

이며, formic acid와 propionic acid는 peak의 존재가 확실하지 않았다.

확인된 peak의 면적으로부터 각 유기산의 함량을 산출하였는데(Table 4), 우유요구르트의 경우 24시간 발효 후 lactic acid와 acetic acid의 양이 각각 11배와 3.5배로 증가하였다. 대두분 첨가 요구르트의 경우는 lactic acid가 약 18배로 증가하였고 acetic acid는 약 1.5배로 증가하였다. citric acid는 24시간 발효 후 어느 시료에서나 peak의 존재가 확실하지 않았는데 발효 도중에 젖산균에 의해 이용되어 그 양이 상당량 감소하였기 때문으로 생각된다. citric acid는 주로 우유에서 유래된

것으로 생각되며 문헌⁽¹⁵⁾에 보고된 함량(우유 100g당 0.15~0.21g)과 비교하여 비교적 높은 수치를 나타냈다.

우유요구르트와 대두분 첨가 요구르트 어느 경우나 24시간 발효 후 lactic acid 함량이 acetic acid 함량의 9~10배 정도로 lactic acid가 본 실험에서 제조된 커드상 요구르트의 주요한 유기산임을 알 수 있었다. 이것은 본 실험에서 사용된 *L. bulgaricus*가 발효산물로 lactic acid를 주로 생산하는 정상발효젖산균이라는 사실과 관계가 있다고 생각된다. HPLC에 의해 분석된 결과를 적정산도로 산출된 결과(24시간 발효 후에 측정된 산도에서 집중 직후의 산도를 빼지 않은 수치)와 비교하였는데(Table 4), HPLC 분석에서 산출된 lactic acid 수치가 적정산도에서 산출된 수치의 102.1%(우유요구르트)와 94.1%(대두분 첨가 요구르트)로 나타나 적정산도의 수치와 HPLC로 측정된 lactic acid의 함량이 대체로 근사한 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아, 우유 또는 대두분 첨가 우유를 *L. bulgaricus*로 24시간 발효시켰을 때 lactic acid와 acetic acid는 젖산균에 의해 생성되어 그 양이 현저하게 증가하고, citric acid는 젖산균에 의해 이용되어 그 양이 현저하게 감소하는 것으로 판단된다.

대두단백질의 첨가가 요구르트의 향미에 미치는 영향

본 실험에서는 우유에 탈지분유를 첨가하여 만든 커드상의 요구르트를 표준시료로하여 대두단백질을 첨가하여 만든 커드상 요구르트의 관능성을 조사하였다.

Table 5에 나타난 바와 같이 전체적인 기호도(overall acceptability)의 경우, 대두단백질 첨가 시료가 표준시료보다 낮은 점수를 얻었으며 탈지대두분과 대두분의 경우 특히 관능성이 떨어졌다. 이것은 대두단백질에서 유래된 콩비린내와 거칠은 조직감 때문인 것으로 생각된다. 맛(taste)과 냄새(odor)의 경우도 전체적인 기호도와 유사한 경향을 나타냈다. 조직감(texture)의 경우도 대두단백질 첨가군이 표준시료보다 저조한 관능성을 보

Table 5. Effect of additives on flavor of curd yogurt^{a)}

| | Additive ^{b)} | | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Reference | SPC | SPI | DSF | SF |
| Overall acceptability | 5.00±0.00 ^a | 3.96±0.50 ^b | 3.92±0.49 ^b | 3.60±0.50 ^c | 3.48±0.51 ^c |
| Taste | 5.00±0.00 ^a | 4.00±0.29 ^b | 3.92±0.49 ^b | 3.44±0.58 ^c | 3.32±0.48 ^c |
| Odor | 5.00±0.00 ^a | 4.32±0.63 ^b | 4.28±0.68 ^{bc} | 4.00±0.82 ^{bc} | 3.92±0.86 ^c |
| Texture | 5.00±0.00 ^a | 3.56±0.96 ^c | 3.40±1.08 ^c | 4.32±0.69 ^b | 4.32±0.75 ^b |

a) Sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. bulgaricus* for 24 hr.

Any two means in a row 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.

b) See footnote in Table 3. Reference : SMP

Table 6. Changes in quality of curd yogurt during storage at 5°C^{a)}

| Additive ^{b)} | Period of storage(days) | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | |
| Titratable acidity(% ^{c)}) | Control | 1.057 ^a ± 0.041 | 1.084 ^a ± 0.034 | 1.100 ^a ± 0.095 | 1.082 ^a ± 0.054 | 1.103 ^a ± 0.058 | 1.085 ^a ± 0.063 | 1.091 ^a ± 0.056 | 1.109 ^a ± 0.034 |
| | SMP | 1.201 ^a ± 0.050 | 1.213 ^a ± 0.065 | 1.242 ^a ± 0.063 | 1.256 ^a ± 0.077 | 1.262 ^a ± 0.072 | 1.262 ^a ± 0.068 | 1.267 ^a ± 0.068 | 1.269 ^a ± 0.058 |
| | SF | 1.375 ^a ± 0.045 | 1.395 ^a ± 0.023 | 1.395 ^a ± 0.016 | 1.409 ^a ± 0.045 | 1.427 ^a ± 0.049 | 1.436 ^a ± 0.038 | 1.429 ^a ± 0.086 | 1.424 ^a ± 0.056 |
| | DSF | 1.431 ^a ± 0.056 | 1.440 ^a ± 0.063 | 1.445 ^a ± 0.047 | 1.454 ^a ± 0.041 | 1.449 ^a ± 0.038 | 1.454 ^a ± 0.034 | 1.449 ^a ± 0.063 | 1.472 ^a ± 0.061 |
| | SPC | 1.413 ^a ± 0.047 | 1.435 ^a ± 0.050 | 1.431 ^a ± 0.045 | 1.447 ^a ± 0.045 | 1.449 ^a ± 0.040 | 1.440 ^a ± 0.054 | 1.442 ^a ± 0.056 | 1.469 ^a ± 0.054 |
| | SPI | 1.328 ^a ± 0.045 | 1.352 ^{ab} ± 0.036 | 1.350 ^{ab} ± 0.049 | 1.364 ^{ab} ± 0.036 | 1.395 ^{bc} ± 0.034 | 1.397 ^{bc} ± 0.018 | 1.418 ^c ± 0.022 | 1.436 ^c ± 0.011 |
| | Control | 4.13 | 4.12 | 4.11 | 4.11 | 4.08 | 4.09 | 4.07 | 4.07 |
| | SMP | 4.18 | 4.17 | 4.15 | 4.14 | 4.12 | 4.12 | 4.11 | 4.11 |
| SF | 4.10 | 4.07 | 4.09 | 4.09 | 4.05 | 4.07 | 4.08 | 4.06 | |
| DSF | 4.08 | 4.06 | 4.03 | 4.04 | 4.06 | 4.01 | 4.07 | 4.01 | |
| SPC | 4.06 | 4.03 | 4.02 | 4.00 | 4.00 | 3.97 | 3.98 | 3.96 | |
| SPI | 4.09 | 4.07 | 4.02 | 4.01 | 4.02 | 3.98 | 3.95 | 3.96 | |
| Viable cell count ^{e)} (CFU/ml) | Control | 3.8×10 ⁹ | 4.8×10 ⁹ | 4.4×10 ⁹ | 4.2×10 ⁹ | 2.6×10 ⁹ | 3.2×10 ⁹ | 3.6×10 ⁹ | 3.8×10 ⁹ |
| | SMP | 4.8×10 ⁹ | 5.8×10 ⁹ | 6.2×10 ⁹ | 5.0×10 ⁹ | 4.6×10 ⁹ | 4.4×10 ⁹ | 5.0×10 ⁹ | 4.0×10 ⁹ |
| | SF | 6.8×10 ⁹ | 6.8×10 ⁹ | 7.8×10 ⁹ | 6.2×10 ⁹ | 6.0×10 ⁹ | 7.2×10 ⁹ | 5.2×10 ⁹ | 4.4×10 ⁹ |
| | DSF | 6.6×10 ⁹ | 7.0×10 ⁹ | 7.2×10 ⁹ | 8.2×10 ⁹ | 6.2×10 ⁹ | 7.2×10 ⁹ | 4.6×10 ⁹ | 5.2×10 ⁹ |
| | SPC | 8.2×10 ⁹ | 5.6×10 ⁹ | 7.6×10 ⁹ | 9.2×10 ⁹ | 8.6×10 ⁹ | 6.6×10 ⁹ | 5.8×10 ⁹ | 5.6×10 ⁹ |
| | SPI | 4.6×10 ⁹ | 5.8×10 ⁹ | 4.4×10 ⁹ | 5.6×10 ⁹ | 5.4×10 ⁹ | 4.8×10 ⁹ | 5.0×10 ⁹ | 3.2×10 ⁹ |

a) Sample was prepared from curd yogurt fermented with *L. bulgaricus* for 24 hr.

b) See footnote in Table 3.

c) Mean values and standard deviations of four replications.

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

d) Median values of four replications

e) Mean values of four replications

였는데, 이 가운데서 농축대두단백과 분리대두단백이 더 낮은 점수를 얻어 전체적인 기호도, 맛, 냄새와는 다소 다른 경향을 보였다.

Andres⁽³⁾는 우유에 대두분을 첨가하여 만든 요구르트보다 분리대두단백을 첨가하여 만든 요구르트의 조직감이 우수하다고 보고하였는데, 본 실험에서는 대두분 첨가 시료의 조직감이 분리대두단백 첨가 시료보다 우수하다는 결과가 나왔다. 이와 같이 서로 다른 결과가 나온 이유는 두 실험의 조건이 다르기 때문이라고 생각된다.

대두단백질의 첨가로 커드상의 요구르트에서 젖산균의 산생성이 촉진되는 것은 바람직하지만, 관능성이 저하되는 것은 바람직한 현상이 아니다. 앞으로 대두단백질이 첨가된 커드상 요구르트의 콩비린내를 감소시키고 조직감을 개선하여 관능성을 향상시키는 연구가 필요하다고 생각된다.

요구르트의 저장성

탈지분유 또는 대두단백질이 첨가된 커드상 요구르트의 저장성을 조사한 결과, Table 6에 나타난 바와 같이 모든 시료에서 2주일의 저장기간 중 산도는 약간 증가하는 경향이 있었으나, 통계적인 유의차가 있는 경우는 분리대두단백 첨가군 뿐이었다. 분리대두단백 첨가군의 경우, 저장 첫날의 산도가 1.328%였는데 저장기간이 경과함에 따라 산도가 점차적으로 증가하여 14일 후 1.436%에 도달하였으며 5% 수준에서 유의차가 있었다. 분리대두단백만이 저장기간 중 산도가 유의적인 증가를 보인 이유는 저장 첫날의 산도가 다른 대두단백질 첨가군에 비하여 낮았기 때문이라고 생각된다.

pH는 모든 시료에서 저장기간 중 다소 감소하는 경향을 보였으며, 저장 8일 이후에는 거의 변화가 없었다. 한편, 생균수는 모든 시료에서 저장기간 중에 거의 변화가 없었다. 산도, pH, 생균수 이외에도 2주간 저장 중

커드상 요구르트의 외관과 냄새를 관찰하였는데 어떤 변화도 관찰할 수 없었다.

이상의 결과로 보아 5°C에서 2주일간에 걸쳐 보존된 커드상 요구르트의 저장성은 매우 우수하다고 할 수 있다.

문과 고⁽¹⁶⁾는 분리대두단백과 *L. bulgaricus*로 대두젖 산균음료를 제조하여 5°C의 냉장고에서 48일간 보존하면서 젖산균의 생육과 산생성을 관찰하였는데 12일까지의 변화를 보면, 생균수는 변화가 없었으나 산생성이 본 실험의 결과보다는 훨씬 더 증가하였다. 이와 같이 두 실험의 결과가 다른 이유는 문과 고⁽¹⁶⁾의 실험에서는 액상의 대두젖산균음료를 시료로 사용하였으므로 커드상의 요구르트를 사용한 본 실험에서보다 젖산균의 반응성이 보다 활발했기 때문이라고 생각된다.

요 약

본 연구에서는 우유에 탈지분유 또는 4종의 대두단백질을 2% 첨가하여 커드상의 요구르트를 만들고, 대조군(우유로만 만든 요구르트)과 비교하여 대두단백질의 첨가가 젖산균의 산생성 및 커드상 요구르트의 품질(관능성, 저장성)에 미치는 영향을 조사하였으며, HPLC를 이용하여 커드상 요구르트의 몇 가지 유기산을 분석하였다. 대두단백질의 첨가로 젖산균의 산생성이 탈지분유를 첨가한 경우보다 촉진되었는데, 탈지대두분이나 대두분의 촉진효과가 현저하였다. 접종된 4종의 젖산균(*Lactobacillus* 3종, *Leuconostoc* 1종) 중에서는 *Leuc. mesenteroides*와 *L. bulgaricus*의 산생성도가 높았다. HPLC에 의한 유기산 분석에서는 우유나 2% 대두분을 첨가한 우유에 *L. bulgaricus*를 접종하여 24시간 발효하는 동안 lactic acid와 acetic acid는 젖산균에 의해 생성되어 그 양이 현저하게 증가하였으나, 우유 중에 들어있는 citric acid는 젖산균에 의해 이용되어 그 양이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 생성된 주요 유기산은 lactic acid였다. 관능검사의 결과를 보면 표준시료에 비하여 대두단백질 첨가 시료의 관능성은 저조하였으며, 대두단백질 중에서는 농축대두단백이나 분리대두단백 첨가 시료가 탈지대두분이나 대두분 첨가 시료보다 우수한 것으로 나타났다. 커드상의 요구르트를 2주일간 5°C 냉장고에 저장하는 동안 산생성과 pH, 생균수에 거의 차이가 없어 저장성은 매우 우수한 것으로 나타났다.

문 헌

1. 이재영, 유제현, 강국희 : 신제 유가공학. 향문사, p. 277 (1981)
2. Tamine, A. Y. and Robinson, R. K. : *Yoghurt : Science and Technology*. Pergamon Press, p. 15, p. 264(1985)
3. Andres, C. : Fermented and enzyme treated food products. *Food Processing*, 39(11), 67(1978)
4. 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)
5. Yamanaka, Y. and Furukawa, N. : Studies on utilization of soybean protein for food manufacturing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 17, 456(1970)
6. 이재성, 한관주, 서기봉 : 두유를 이용한 변형 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 4, 194(1972)
7. 이 호 : 두유와 탈지두유를 이용한 유산균음료 제조에 관한 연구. 고려대학교 대학원 석사학위 논문(1980)
8. 서울우유협동조합 : 제품설명서. 서울우유협동조합, 서울(1989)
9. 부농단백주식회사 : 제품설명서. 부농단백주식회사, 서울(1986)
10. Sigma Chemical Company : *Sigma Catalog*. Sigma Chemical Company, Saint Louis, Missouri(1989)
11. ADM Foods : *Composition of Soy Protein Concentrate and Soy Protein Isolate*. ADM Foods, Decatur, Illinois (1982)
12. 고영태 : 두유에 첨가된 유제품이 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 22, 183(1990)
13. Larmond, E. : *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture, Ottawa, p. 31(1977)
14. 조재영, 장권렬 : 실험통계분석법. 향문사, p. 84, p. 97 (1989)
15. Walstra, P. and Jenness, R. : *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley & Sons, Inc., p. 416(1984)
16. 문승애, 고영태 : 분리대두단백으로 제조된 젖산균음료의 저장성. 한국식품과학회지, 18, 124(1986)

(1990년 7월 24일 접수)