

豆乳에서 젖산균의 生育과 酸生成에 관한 연구

金炘姬·高榮泰

덕성여자대학 식품영양학과

Study on Growth and Acid Production by Lactic Acid Bacteria in Soy Milk

Kyung-Hee Kim and Young-Tae Ko

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

Abstract

Four types of soy milk prepared from soybean, defatted soybean, soy protein concentrate (SPC) or soy protein isolate (SPI) were fermented with *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *Leuconostoc mesenteroides* or *Streptococcus lactis*. Growth and acid production by each organism in soy milks were investigated. Acid production by *L. acidophilus* was maximum in soy milk while acid production by other organisms was maximum in defatted soy milk. All the organisms produced least amount of acid in SPI-milk. Addition of yeast extract (0.5%) to four types of soy milks stimulated acid production by lactic acid bacteria, particularly in case of *L. acidophilus*. Higher concentration of total solids in soy milks resulted in better growth and more acid production by *L. acidophilus* and *L. bulgaricus*.

서 론

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

지금까지 이루어진 대두요구르트에 관한 국내외의 연구를 보면, 두유에서 각종 젖산균의 생육과 산생성에 관한 연구⁽¹⁻¹⁴⁾, 두유에 첨가된 각종 첨가물이 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향^(1,3-5,7-8,10-13,15), 대두요구르트의 香味에 관한 연구^(2-3,7,14,16-20), 젖산균발효가 두유에 함유된 oligosaccharides에 미치는 영향⁽²¹⁻²²⁾, 대두요구르트의 저장성에 관한 연구^(3,16,19,23-24), 대두요구르트의 조직감(texture; viscosity; hardness등)에 관한 연구^(9-10,19,25-26) 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 탈지두유에서 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 우수했다고 보고한 바 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. 한편 문등⁽¹⁴⁾은 농축대두단백에 포도당을 첨가하여 두유를 만들고 여기에 *L.acidophilus*, *L.bulgaricus*, *L.casei*, *S.lactis*, *S.cremoris*를 각각 접종하여 젖산균의 생육과 산생성을 조사한 결과, *Lactobacillus* 3종의 산생성이 우수한 반면 *Streptococcus* 2종의 산생성은 저조했다고 보고하였다.

이상의 연구의 내용을 자세히 검토하여 보면 지금까지 이루어진 연구에서는 대두요구르트의 기질로 주로 대두(soybean)를 사용하였고, 연구자에 따라서는 탈지대두(defatted soybean), 농축대두단백(soy protein-concentrate), 또는 분리대두단백(soy protein isolate)을 기질로 사용하였으나 이들 네가지 형태의 대두단백질을 동시에 사용하여 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향을 비교 관찰한 연구가 전혀 이루어져 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 네가지 형태의 대두단백질, 즉 全脂大豆, 탈지대두, 농축대두단백, 분리대두단백의 각각으로 두유를 만들고, 동일한 조건에서 실험을 실시하여 이들 대두단백질이 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향에 차이가 있는가를 관찰하였다.

재료 및 방법

사용균주

본 실험실에 보존되어 있는 여러 種의 젖산균 가운데 생육이 비교적 우수한 *Lactobacillus acidophilus* (KFCC 12731), *Lactobacillus bulgaricus* (AKU 1125), *Lactobacillus casei* (IFO 3425), *Leuconostoc mesenteroides* (ATCC 9135), *Streptococcus lactis* (ML 8)의 5균주를 선택하여 사용하였다. 젖산균주의 보존용 배지로는 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc*의 경우는 MRS한천배지(Oxoid Limited), *Streptococcus*의 경우는 Elliker's agar(Difco Laboratories)를 사용하였다.

두유의 제조

Table 1 과 같은 조성을 가진 대두분(부농단백)⁽²⁷⁾, 탈지대두분(미국 Sigma Chemical Co.)⁽²⁸⁾, 농축대두단백(미국 ADMFoods)⁽²⁹⁾, 분리대두단백(ADM Foods)⁽²⁹⁾을 구입하여 고품분 함량이 4.5%(W/V)가 되도록 두유를 만들고 여기에 포도당 4%(W/V)를 가한 후, 두유 100ml를 121°C에서 1분 가열살균(농축대

두단백이나 분리대두단백의 경우는 95°C, 30분)하고 실온까지 냉각시켰다. 본 실험에서 사용된 젖산균 5종은 포도당을 첨가하지 않았을 때 두유에서 생육과 산생성이 극히 저조하였으므로 모든 시료에는 4%의 포도당을 첨가하여 실험을 실시하였다.

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 무균적으로 취하여 젖산균수, 적정산도, pH를 측정하였다. 젖산균수의 측정은 일정량의 시료를 취하여 멸균 peptone수에 의한 10배 희석법으로 희석하여 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc*은 tomato juice agar(Difco Laboratories)에서 40°C, 72시간 배양하고, *Streptococcus*는 Elliker's agar에서 30°C, 72시간 배양한 후에 colony수가 30~300개가 나타나는 평판을 선택하여 젖산균수를 산출하였다. 적정산도, pH의 측정은 前報⁽¹³⁾의 방법에 준하였다. (이상의 생육 실험은 4회에 걸쳐서 되풀이하였다).

결과 및 고찰

대두단백질의 형태가 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향

Table 2 는 대두분(SF), 탈지대두분(DSF), 농축대두단백(SPC), 분리대두단백(SPI) 각각으로 만든 두유에서 젖산균 5종의 생육과 산생성을 보여주고 있다.

Table 1. Composition of various soy flours

	Soy flour	Defatted soy flour	Soy protein concentrate	Soy protein isolate
Protein	40.4%	52.0%	67.0%	86.0%
Moisture	4.3%	8.4%	6.0%	6.0%
Fat	23.3%	1.0%	0.5%	0.5%
Ash	5.1%	6.1%	5.3%	4.5%
Fiber	1.0%	—	3.5%	0.5%
Carbohydrates (by difference)	25.9%	—	17.7%	2.5%

Table 2. Growth and acid production by lactic acid bacteria in soy milks

Culture	Soy flour			Defatted soy flour			Soy protein concentrate			Soy protein isolate		
	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾
Initial value (range)	5.8~6.1	0.1~0.13		6.0~6.25	0.1~0.13		6.25~6.50	0.09~0.11		6.25~6.5	0.09~0.10	
<i>L. acidophilus</i>	3.6	0.60	2.7×10 ⁹	3.7	0.58	2.3×10 ⁸	3.85	0.56	2.3×10 ⁹	3.8	0.47	2.1×10 ⁹
<i>L. bulgaricus</i>	3.55	0.80	1.8×10 ⁹	3.65	0.88	2.5×10 ⁹	3.75	0.81	4.1×10 ⁸	3.55	0.71	6.9×10 ⁸
<i>L. casei</i>	3.55	0.68	7.8×10 ⁸	3.55	0.75	1.5×10 ⁹	3.85	0.65	3.1×10 ⁸	3.75	0.51	4.2×10 ⁸
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	3.5	0.75	9.4×10 ⁸	3.55	0.80	1.5×10 ⁹	3.7	0.79	8.3×10 ⁸	3.65	0.63	7.7×10 ⁸
<i>S. lactis</i>	4.45	0.30	7.5×10 ⁸	4.45	0.32	1.1×10 ⁹	4.5	0.29	7.1×10 ⁸	4.45	0.19	4.5×10 ⁸

1) %TA (%titratable acidity, as lactic acid, after 24 hr incubation).

Values reported represent the titratable acidity of an incubated sample minus that of an identically treated, but unincubated sample.

2) Viable cell counts per ml

Initial value는 두유에 젖산균을 접종하고 배양하지 않고 즉시 측정된 pH와 산도의 수치를 의미하며, %TA (%titratable acidity)는 24시간 배양 후에 측정된 산도에서 Initial value를 뺀 수치, 즉 24시간 배양에 의하여 생성된 산도를 의미한다. 먼저 산생성량을 보면 *L. acidophilus*의 경우는 두유에서 산생성이 가장 높았으나, 나머지 4종의 젖산균은 탈지두유에서 산생성이 가장 높았으며, 5종의 젖산균 어느 경우나 SPI두유에서는 산생성이 현저하게 낮았다. 5종의 젖산균 사이의 산생성을 비교해보면 대두단백질의 형태에 관계없이 *L. bulgaricus*에 의한 산생성이 가장 높았으며 *S. lactis*의 산생성이 가장 낮았다. 한편 pH는 대체적으로 산도의 감소에 따라 증가하는 경향을 보였으나, SPI두유의 경우는 산도가 낮음에도 불구하고 SPC두유보다 낮은 pH를 보였다. 마지막으로 생균수를 보면 *L. acidophilus*의 경우는 대두단백질의 형태에 관계없이 생균수가 비교적 일정하였으나, 나머지 4종에서는 SPC두유와 SPI두유에서 다소 낮은 수치를 보였다.

이상의 결과로 보건대 두유, 탈지두유, SPC두유에 비하여 SPI두유에서 젖산균에 의한 산생성이 저조한 것으로 나타났는데, 그 이유는 SPI가 다른 대두단백질에 비하여 고도로 정제된 형태이므로 대두에 들어 있는 젖산균 발육촉진물질의 일부가 정제 과정에서 소실되었기 때문인 것으로 생각된다. SPC두유가 SPI두유보다 산도가 높음에도 불구하고 pH가 높은 것은 완충제 역할을 할 수 있는 某種의 성분이 SPI에 비하여 SPC에 높은 양으로 들어있는 것으로 추측되거나 정확한 이유는 본 실험의 결과만으로는 밝힐 수가 없었다.

이⁽⁴⁾는 두유와 탈지두유를 비교할 때, 두유가 탈지두유보다 *S. thermophilus*와 *L. bulgaricus* 혼합균의 배지에서 우수했다고 보고하였으며, Mital과 Steinkraus⁽⁶⁾는 두유의 탈지두유에서 7종의 젖산균(*Lactobacillus* 6종, *Streptococcus* 1종)의 생육과 산생성을 각각 관찰하여 대체적으로 탈지두유보다 두유에서 생육과 산생성이 우수했다고 보고하였다. Mital과 Steinkraus⁽⁶⁾에 의하면 대두를 용매로 탈지하는 과정에 젖산균 발육촉진물질의 일부가 소실되었을 가능성이 있다고 하였다. 그러나 본 실험의 결과를 보면 두유에 비하여 탈지두유에서 대체적으로 산생성이 비슷하거나 오히려 높은 것으로 나타났다. 앞의 두 실험^(4,6)에서는 대두와 탈지대두를 대체하고 여과하여, 여과되지 않는 부분(residuc)을 버리고 여과되는 부분(filtrate)만을 젖산균의 기질로 사용했기 때문에 두유와 탈지두유의 조성이 원래의 대두 및 탈지대두의 조성보다 달라졌을 가능성이 있으며, 두유와 탈지두유의 고형분 함량도 다르게 되었다. 실제로 이들의 실험^(4,6)에서는 두유의 고형분 함량이 탈지두유의 그것보다 높았다. 한편 본 실험에서는 대두분과 탈지대두분을 같은 양을 취하여 여과하지 않고 두유와 탈지두유를 만들어 젖산균의 기질로 사용했기 때문에 두유와 탈지두유의 고형분 함량이 같고 지방을 제외한 다른 성분은 탈지두유에서 오히려 높아졌을 가능성도 있으므로 上記의 연구자들과 다른 결과가 나온 것으로 생각된다.

Yeast extract의 첨가 효과

젖산균은 일반적으로 그 생육을 위하여 여러가지 영

양분 즉, 당당류, 비타민, 아미노산등을 필요로하는 영양요구가 까다로운 미생물로 알려져 있다. 본 실험에서는 여러가지 형태의 대두단백질과 포도당으로 만들어진 두유에 젖산균의 발육촉진물질로 알려진 yeast extract를 첨가하여 젖산균의 생육과 산생성을 관찰하였으며, 그 첨가 농도는 적정 농도로 알려진 0.5%로 하였다.⁽¹²⁾ yeast extract 非첨가시료(Table 2)와 비교하여 yeast extract의 첨가에 의하여 (Table 3), 대두단백질의 형태에 관계없이 모든 시료에서 젖산균에 의한 산생성이 촉진되었으며, 5종의 젖산균 가운데 특히 *L.acidophilus*에 의한 산생성이 현저하게 촉진되었다. 한편 pH는非첨가 시료에 비하여 대체적으로 저하하는 경향을 보였으나 생균수는 yeast extract의 첨가로 큰 변화를 보이지 않았다. yeast extract(Difco Laboratories)는비타민 B군에 속하는 여러 비타민과 유리아미노산, peptides등을 함유하고 있으므로 본 실험에서 사용된 5종의 젖산균에 의한 산생성을 촉진시킨 것으로 생각되며⁽³⁰⁾, *L.acidophilus*에 의한 산생성이 특히 촉진된 것은 이 균주의 영양요구가 다른 4종의 젖산균보다

까다롭기 때문인 것으로 생각된다.

두유의 고형분 농도의 효과

본 실험에서는 두유를 제조할 때 고형분의 농도를 달리하여 그 효과를 관찰하였다(이 실험에서는 대부분 이외에 포도당 4%를 첨가하였으며 yeast extract는 첨가하지 않았다). 먼저 *L.acidophilus*의 경우를 보면 (Table 4), 고형분의 농도를 3%에서 6%로 증가시키에 따라 대두단백질의 형태에 관계없이 모든 시료에서 산생성이 촉진되었으며 이와 같은 촉진 효과는 SPC두유와 SPI두유의 경우 특히 현저하였다. 한편 생균수는 고형분 농도의 증가에 따라 다소 증가하는 경향을 보였으며, pH는 고형분 농도의 증가로 다소 높아지는 경향을 보였다. 다음 *L.bulgaricus*의 경우를보면 (Table 5), 고형분 농도를 증가시키에 따라 산생성이 촉진되었는데 *L.acidophilus*의 경우와 마찬가지로 SPC두유와 SPI두유에서 촉진 효과가 특히 현저하였다. 한편 생균수의 변화를 보면 고형분 농도를 증가시키에 따라 대체적으로 증가하였으며 그 증가의 정도는 *L.acidophilus*의 경

Table 3. Effects of yeast extract on growth and acid production by lactic acid bacteria in soy milks⁽¹⁾

Culture	Source of soy milk			Soy flour			Defatted soy flour			Soy protein concentrate			Soy protein isolate		
	pH	%TA ²⁾	Viable counts ³⁾	pH	%TA ²⁾	Viable counts ³⁾	pH	%TA ²⁾	Viable counts ³⁾	pH	%TA ²⁾	Viable counts ³⁾	pH	%TA ²⁾	Viable counts ³⁾
<i>L. acidophilus</i>	3.5	1.03	2.5×10 ⁹	3.6	1.05	2.9×10 ⁹	3.65	0.95	2.8×10 ⁹	3.7	0.84	2.2×10 ⁹			
<i>L. bulgaricus</i>	3.5	1.08	2.6×10 ⁹	3.65	1.08	4.6×10 ⁹	3.65	0.95	4.3×10 ⁸	3.65	0.85	7.1×10 ⁸			
<i>L. casei</i>	3.5	0.94	1.7×10 ⁹	3.6	0.97	2.4×10 ⁹	3.6	0.87	2.5×10 ⁸	3.7	0.71	5.1×10 ⁸			
<i>Leucomstoc mesenteroides</i>	3.45	1.00	3.8×10 ⁹	3.5	1.04	2.8×10 ⁹	3.7	0.84	1.6×10 ⁹	3.7	0.78	5.3×10 ⁸			
<i>S. lactis</i>	4.1	0.40	1.2×10 ⁹	4.1	0.42	1.4×10 ⁹	4.3	0.33	1.3×10 ⁹	4.3	0.30	1.1×10 ⁹			

1) The concentration of yeast extract added was 0.5% (w/v).

2) %TA : %titratable acidity as lactic acid

3) Viable cell counts per ml

Table 4. Effects of soy flour concentration on growth and acid production by *L. acidophilus* in soy milks

Concentration of soy flour	Source of soy milk			Soy flour			Defatted soy flour			Soy protein concentrate			Soy protein isolate		
	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾
3 %	3.6	0.48	1.7×10 ⁹	3.7	0.52	2.0×10 ⁹	3.75	0.41	1.4×10 ⁹	3.7	0.36	1.4×10 ⁹			
4.5%	3.6	0.6	2.7×10 ⁹	3.7	0.58	2.3×10 ⁹	3.85	0.56	2.3×10 ⁹	3.8	0.47	2.1×10 ⁹			
6 %	3.65	0.65	3.3×10 ⁹	3.75	0.65	3.0×10 ⁹	3.9	0.65	3.3×10 ⁹	3.85	0.57	2.9×10 ⁹			

1) %TA : %titratable acidity as lactic acid

2) Viable cell counts per ml

Table 5. Effects of soy flour concentration on growth and acid production by *L. bulgaricus* in soy milks

Source of soy milk	Soy flour			Defatted soy flour			Soy protein concentrate			Soy protein isolate		
	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾	pH	%TA ¹⁾	Viable counts ²⁾
3 %	3.55	0.64	4.4×10 ⁸	3.6	0.71	4.9×10 ⁸	3.7	0.60	2.7×10 ⁸	3.5	0.54	4.7×10 ⁸
4.5%	3.55	0.80	1.8×10 ⁹	3.65	0.88	2.5×10 ⁹	3.75	0.81	4.1×10 ⁸	3.55	0.71	6.9×10 ⁸
6 %	3.6	0.91	2.4×10 ⁹	3.65	0.99	3.0×10 ⁹	3.75	0.99	8.9×10 ⁸	3.65	0.83	1.2×10 ⁹

1) %TA : %titratable acidity as lactic acid

2) Viable cell counts per ml

우보다 현저하였다. pH는 고형분 농도의 증가로 다소 높아지는 경향을 보였다.

이상의 결과로 보전대 두유의 고형분 농도를 증가시킴에 따라 대체적으로 젖산균의 생육과 산생성이 촉진되는 것으로 생각되며 그 이유는 젖산균의 발육에 필요한 물질이 증가되기 때문인 것으로 생각된다. 고형분 농도의 증가에 따라 pH가 높아지는 이유는 대두단백질에 의한 완충작용과 관계가 있는 것으로 추측된다. Kanda등⁽¹⁹⁾은 두유를 제조할 때 물과 대두의 비율을 10:1.8:1.6:1로 달리하여 두유의 고형분 농도가 대두요구르트의 산도와 硬度(hardness)에 미치는 영향을 관찰하였는데, 고형분이 증가됨에 따라 산도와 경도도 같이 증가했다고 보고하였다. Kanda등⁽¹⁹⁾의 실험은 본 실험과는 실험 조건이 다소 다르기는 하지만 산도에 관한 실험 결과는 본 실험의 결과와 대체로 일치하는 것으로 생각된다.

요 약

대두, 탈지대두, 농축대두단백 또는 분리대두단백으로 각각 두유를 만들고 여기에 *Lactobacillus acidophilus*, *L.bulgaricus*, *L.casei*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus lactis*를 각각 접종하여 이들 대두단백질이 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향에 차이가 있는가를 관찰하였다. 산생성도를 보면 *L.acidophilus*의 경우는 두유에서 산생성이 가장 높았으나, 나머지 4종의 젖산균에서는 탈지두유에서 산생성이 가장 높았으며, 5종의 젖산균 어느 경우나 SPI두유에서는 산생성이 현저하게 낮았다. 두유에 yeast extract (0.5%)를 첨가했을 때 대두단백질의 형태에 관계없이 모든 시료에서 젖산균에 의한 산생성이 촉진되었으며, 5종의 젖산균 가운데 특히 *L.acidophilus*에 의한 산생성이 현저하게 촉진되었다. 두유의 고형분 농도를 증가시킴에 따라 *L.acidophilus*와 *L.bulgaricus*의 생육과 산생성이 대체적으로 촉진되었다.

감사의 말

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

문 헌

1. 김오섭, 김창한 : 산업미생물학회지, 7, 205(1979)
2. 오혜숙, 이경혜, 윤선 : 한국영양학회지, 14, 175(1981)
3. 이재성, 한관주, 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. 문승애, 김영배, 고영태 : 한국식품과학회지, 18, 118(1986)
15. Mital, B.K., Prasad, R. and Singh, S. : *J. Food*

- Sci. and Technol.*, **14**, 182(1977)
16. 고영태, 김영배, 백정기 : 한국농화학회지, **27**, 163(1984)
 17. 이정숙, 김영배, 고영태 : 한국식품과학회지, **17**, 51(1985)
 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. 백인숙, 임숙자, 고영태 : 한국식품과학회지, **17**, 45(1985)
 24. 문승애, 고영태 : 한국식품과학회지, **18**, 124(1986)
 25. Kolar, C.W., Cho, I.C. and Watrous, W.L. : *J. Am. Oil Chemists'Soc.*, **56**, 389(1979)
 26. Andres, C. : *Food Processing*, **39**(11), 67(1978)
 27. 부농단백주식회사 : 제품설명서, 부농단백주식회사, 서울(1986)
 28. Sigma Chemical Company : *Sigma Catalog*, Sigma Chemical Company, Saint Louis, Missouri (1986)
 29. ADM Foods : *Technical Data*, ADM Foods, Decatur, Illinois(1982)
 30. Difco Laboratories, *Difco Manual*, Difco Laboratories, Detroit, Michigan, p.270(1977)

(1987년 1월 20일 접수)