

대두요구르트 제조에 의한 대두의 품종별 비교

차성관·최병권·김길환
한국식품개발연구원

Comparison of Cultivars of Soybean by Soy Yoghurt Production

Seong-Kwan Cha, Byung-Kwon Choi and Kil-Hwan Kim

Korea Food Research Institute

Abstract

Soy yoghurt was prepared from 19 soybean cultivars with the use of *L. acidophilus* KCTC 2182. Various characteristics of fermented soymilk and the ratio of product recovery in soy yoghurt were investigated. The mean crude protein content of the soy yoghurt was 2.74% with a range of 2.58-2.91% and the mean crude fat content was 1.49% with a range of 1.34-1.85%. Total solids recovered from original soybean in soy yoghurt ranged 52.14-61.54% with a mean value of 56.17%. Crude protein recovery in soy yoghurt ranged 59.22-67.5% with a mean value of 63.32%. Crude fat ranged 65.8-86.02% with a mean value of 72.57%. Titratable acidity of soy yoghurt ranged 0.20-0.41%. Viable cell count of soy yoghurt ranged 3.83×10^8 - 3.22×10^9 /ml and the amount of separated whey ranged 1.4-8.2 ml per 100 ml of soymilk.

Key words: cultivars of soybean, soy yoghurt, lactic fermentation

서 론

대두와 두유 이용한 발효식품은 오랫동안 동양인에게 있어서 중요한 단백질원으로 이용되어 왔다. 그러나 세계에서 생산되는 대두의 88%는 가축의 사료로 이용되고 있고 12%만이 대두식품으로 이용되고 있는 실정이다⁽¹⁾.

대두는 영양가가 풍부하고 아미노산 조성에 있어서 균형이 잘 잡힌 고단백질로 다른 단백질에 비하여 가격이 저렴하다는 장점이 있으나 소화율이 낮고 대두 특유의 콩비린내와 소당류에 의한 flatulence 때문에 그 이용이 제한을 받고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 시도된 가공법 중의 하나가 대두요구르트로 대두의 소화율을 높이고 콩비린내를 감소시킨다⁽²⁾. 이 등⁽³⁾은 SPC와 SPI로 제조한 대두요구르트에서 콩비린내의 대표적 성분인 n-hexanol은 감소하였고 낙농 제품의 방향성분인 디아세틸은 증가하였다고 보고하였다. 대두요구르트의 원료로 사용되는 두유는 영양이 풍부한 자연식품이며 콜레스테롤이 없는 건강식품으로 그 소비가 증가하고 있는 추세이며 초기의 강한 콩비린내와 두유의 수율이 떨어지는 제조법에서부터 현재는 콩비린내가 전혀 없고 두유의 수율이 높은 제조법으로의 기술적인 발전으로 그 기호성

도 높아가고 있다⁽⁴⁾.

아직까지 국내외적으로 대두요구르트가 상품화되어 있는지는 않지만 이에 대한 연구는 활발히 진행되고 있는 편으로 국외의 대두요구르트에 관한 연구 보고는 Angeles 등⁽⁴⁾을 위시하여 많은 연구 보고가 되어 있고⁽⁵⁻⁹⁾ 국내의 대두요구르트에 관한 연구보고는 고⁽²⁾를 위시하여 많은 연구보고를 찾아볼 수 있지만⁽¹⁰⁻²¹⁾ 아직까지 국내의 문헌 중 대두 품종별로 대두요구르트를 제조하여 성분 변화 혹은 가공적성을 조사한 연구보고는 없는 실정으로 본 연구는 국산 19품종의 장려 대두품종으로 대두요구르트를 만들어 봄으로서 대두 장려품종의 가공 적성을 살펴보는 동시에 보급 품종을 개량할 수 있는 육종 자료를 제시하고자 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

사용균주

Lactobacillus bulgaricus SK3, *Lactobacillus acidophilus* KCTC 2182를 사용했으며 보존용 배지로는 MRS 한천배지를 사용하여 냉장고에 보존하였다.

사용원료

1988년도 농촌진흥청에서 수확한 장엽 외 18품종의 콩

Corresponding author: Seong-Kwan Cha, Korea Food Research Institute, 39-1, Hawolgok-dong, Sungbuk-gu, Seoul, 136-791

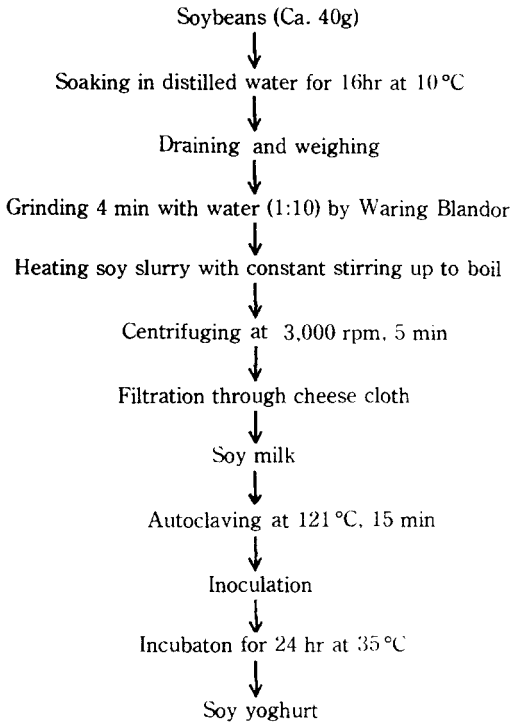


Fig. 1. Flow sheet of soy yoghurt production

을 냉장고에 보관하면서 필요에 따라 실험에 사용하였다.

대두요구르트의 제조 및 수율계산

대두요구르트는 다음 Fig. 1과 같은 방법에 의하여 제조하였다. 대두 품종별로 약 40g의 원료를 사용하였고 침지시킨 후 흡수된 수분량을 포함하여 전체 가수량이 원료 무게의 10배가 되게 하였다. 300 ml 병에 100 ml의 두유를 담아 멸균한 후 MRS broth에 24시간 배양된 접종균을 2.5% (v/v) 접종하여 35°C에서 24시간 배

양하였다.

대두요구르트로 이행된 각 성분의 수율계산은 다음의 공식에 의하여 계산하였다.

$$\text{수율 (\%)} = \frac{\text{대두요구르트 생산량 (g)}}{\text{대두원료 사용량 (g)}} \times \frac{\text{대두요구르트 일정성분 (\%)}}{\text{대두원료의 일정성분 (\%)}} \times 100$$

생균수, 유청의 양, 산도 및 pH 값의 측정

생균수의 측정은 MRS 한천배지를 이용한 표준평판 배양법⁽²²⁾으로 계수하였다. 유청량의 측정은 24시간 발효시킨 대두요구르트를 냉장고에 넣어 4°C까지 냉각시킨 다음 분리된 유청을 메스실린더로 측정하였고, 적정산도의 측정은 대두요구르트 10ml를 취하여 지시약으로 0.1% 페놀프탈레인을 2~3방울 가한 후 0.1 N-NaOH로 적정하여 적정산도를 산출하였다. pH 값의 측정은 pH Meter (HI 8418, Hanna, Italy)를 이용하였다.

대두요구르트의 성분분석

대두요구르트의 질소함량은 미량 켈달법⁽²³⁾으로 측정하여 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질 함량을 구하였다. 수분 함량은 105°C 건조법⁽²⁴⁾으로 측정하였으며 조지방은 Chloroform-Methanol 추출법⁽²⁴⁾으로, 조회분은 A, O, A, C. 방법⁽²³⁾에 준하여 측정하였다.

결과 및 고찰

균주의 선정 및 가수량의 결정

Table 1은 가수량을 달리하여 제조된 두유에 젖산균 두가지 (*L. acidophilus* KCTC 2182, *L. bulgaricus* SK 3)를 각각 접종하여 생육을 비교한 결과이다. 산생성 및 균의 생육에 있어 *L. acidophilus*가 *L. bulgaricus*보다 우수하였으므로 본 실험군주로 *L. acidophilus*를 사용하였고 물의 추출비율이 8:1이었을 때 산 생성은

Table 1. Growth and acid production of *L. acidophilus* and *L. bulgaricus* in soymilk

Extraction ratio (water:soybeans)	Strain ^{a)}	pH	Titrateable acidity (%)	Viable cell count (CFU/ml)
8:1	L.a.	4.57	0.57	1.72 × 10 ⁹
	L.b.	4.64	0.41	8.00 × 10 ⁵
10:1	L.a.	4.61	0.42	1.73 × 10 ⁹
	L.b.	4.70	0.37	1.20 × 10 ⁶

^{a)}L.a. = *Lactobacillus acidophilus*
L.b. = *Lactobacillus bulgaricus*

Table 2. Proximate analysis of soy yoghurts from 19 cultivars of Korean soybean (%)

Cultivars	Moisture	Crude Protein	Crude fat	Crude ash
Jangyeob	93.90	2.73	1.53	0.38
Danyeob	94.12	2.81	1.85 (H)	0.37
Baekcheon	94.54(H) ^{a)}	2.74	1.55	0.35
Bangsa	94.26	2.73	1.68	0.37
Hwangkeum	93.89	2.84	1.73	0.39(H)
Deokyu	93.59(L) ^{b)}	2.83	1.48	0.38
Paldal	94.39	2.67	1.55	0.37
Hilkong	94.24	2.66	1.48	0.34
Baekun	94.25	2.58	1.57	0.33
Gwangkyo	93.90	2.91(H)	1.40	0.36
Suwon 138	93.92	2.74	1.65	0.32(L)
Jangbaek	94.39	2.58(L)	1.50	0.36
Dankyeong	94.18	2.69	1.37	0.38
Saeal	94.00	2.73	1.37	0.37
Milyang	93.85	2.74	1.52	0.37
Bokwang	94.16	2.78	1.34(L)	0.38
Suwon 133	93.90	2.89	1.43	0.38
Namcheon	93.96	2.67	1.48	0.37
Eunha	94.33	2.73	1.37	0.37

^{a)}H-Highest value

^{b)}L-Lowest value

10 : 1보다 높았으나 균의 생육이 비슷하였고 수율이 적은 단점이 있으므로 대두에 대한 가수량은 10 : 1 비율로 하여 실험을 실시하였다.

대두요구르트의 일반 조성분

Table 2는 한국산 19품종의 대두로부터 만들어진 대두요구르트의 일반 조성분 함량을 보여주고 있다. 수분 함량은 93.59~94.54%로 평균 94.10%이었다. 조단백질 함량은 2.58~2.19%로 평균 2.74%이었으며 조지방 함량은 1.34~1.85%로 평균 1.49%이었다. 조회분 함량은 0.32~0.39%로 평균 0.37%이었다. 이러한 한국산 대두 품종으로부터 만들어진 대두요구르트의 일반 조성분 함량은 DeMan 등⁽²⁵⁾이 보고한 캐나다산 콩 품종으로부터 만들어진 두유의 일반 조성분과 비교할 때 조단백질 함량은 거의 비슷한 평균값을 보여주었고 조지방에 있어서는 높은 값을 보여주었는데 즉, DeMan 등⁽²⁵⁾의 두유 중의 조단백질 함량은 1.79~3.64% 평균 2.71%이었고 조지방 함량은 0.72~1.69%로 평균 1.24%이었다. 한편 Bourne 등⁽²⁶⁾은 필리핀산 콩 품종으로부터 만들어진 두유의 일반 조성분 함량과 비교할 때 역시 조단백질 함량은 비슷한 평균값을 보여주었고 조지방 함량은 높은 값을 나타내 주었는데 즉, Bourne 등⁽²⁶⁾의 두유 중의 조단백질 함량은 2.28~3.55%로 평균 2.

72%이었고, 조지방 함량은 0.35~1.32%로 평균 1.03%이었다.

한국산 콩 품종으로부터 만들어진 대두요구르트의 조단백질 함량과 조지방 함량은 DeMan 등⁽²⁵⁾, Bourne 등⁽²⁶⁾의 함량과 비교할 때 품종간에 최고값과 최저값의 폭이 크지 않은 비교적 고른 함량을 나타내었다. 이러한 상이한 함량값의 차이가 사용된 콩의 품종이 다르기 때문인지 혹은 두유 제조과정이 상이하기 때문인지는 계속적인 실험에서 밝혀져야 하리라 본다.

대두요구르트의 수율

Fig. 2는 한국산 19개의 각 품종에 따른 대두요구르트로 이행된 고형분의 수율을 보여주고 있다. 고형분 수율의 최저값을 나타낸 방사 품종은 52.14%이었고 최고값을 나타낸 덕유 품종은 61.54%이었다. 한국산 19품종의 대두로부터 만들어진 대두요구르트의 평균 고형분 수율은 56.17%로 이러한 값은 Bourne 등⁽²⁶⁾이 보고한 두유 중의 고형분 회수율이 43.5~63.9%로 평균 48.1%를 나타낸 값에 비하면 높은 값이었으나 동양의 전통적인 두유 제조방법에 따른 고형분 수율(55%)보다 약간 높은 값이었다. Chen⁽¹⁾에 따르면 두유의 고형분 회수율은 두유의 제조방법에 따라 55~89%까지의 변이를 보여주고 있다.

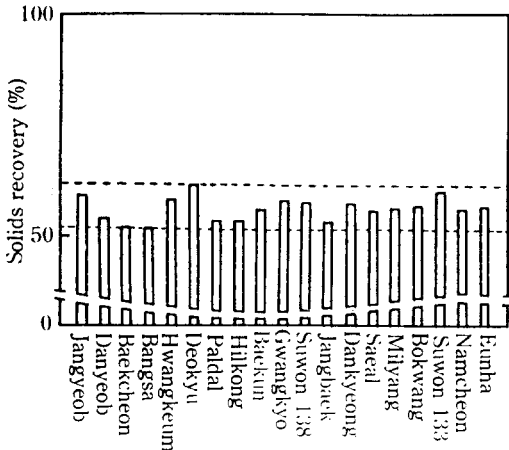


Fig. 2. Solids recovered from soybeans in fermented soymilks

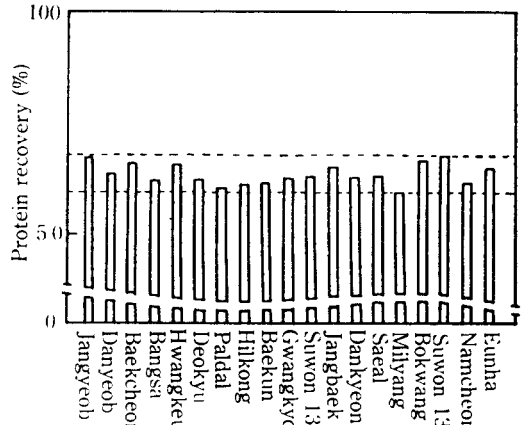


Fig. 3. Protein recovered from soybeans in fermented soymilks

Fig. 3은 한국산 19개 대두 품종으로부터 대두요구르트로 이행된 조단백질의 수율을 보여주고 있다. 최저값을 나타낸 밀양 품종의 조단백질 수율은 59.22%이었고 최고값을 나타낸 수원 133 품종의 수율은 67.5%이었다. 한국산 19개 대두 품종으로부터 대두요구르트로 이행된 조단백질의 평균 수율은 63.32%로 역시 동양의 전통적인 두유 제조방법에 따른 조단백질 수율(65%)보다 약간 낮은 값을 보여주고 있다. Chen⁽¹⁾에 의하면 두유의 단백질 회수율은 두유의 제조방법에 따라 65~95%까지의 변이를 보여주고 있다.

Fig. 4는 한국산 19개 대두 품종으로부터 대두요구르트로 이행된 조지방의 수율을 보여주고 있다. 조지방 수율의 최저값은 보광 품종의 65.8%이었고, 최고값은 백천 품종의 86.02%이었다. 한국산 대두 품종으로부터 대두요구르트로 이행된 조지방의 평균 수율은 72.57%로 이러한 값은 평균 54%의 조지방 회수율을 보여준 Bourne 등⁽²⁶⁾의 실험치보다 상당히 높은 값이었다.

대두요구르트의 젖산 발효

Table 3는 한국산 19대두 품종으로부터 만들어진 대두요구르트의 젖산발효에 의한 산생성 및 총균수 그리고 응고에 의한 유청액의 생성량을 보여주고 있다. pH 값은 초기 5.98~6.11 범위에서 24시간 발효 후는 4.53~5.03값으로 변화하였으며 적정산도는 0.06~0.08 범위에서 24시간 발효 후에는 0.2~0.41의 값으로 변화하였다. 또한 생균수는 $1.70 \times 10^8 \sim 2.47 \times 10^8$ 범위에서 24시간 발효 후 $3.83 \times 10^8 \sim 3.22 \times 10^8$ 범위로 변화하였으며 이러한 pH 값과 적정산도와 생균수에 있어서 결과는 모두 서로 일치되는 값을 보여주었는데 즉, 24시간

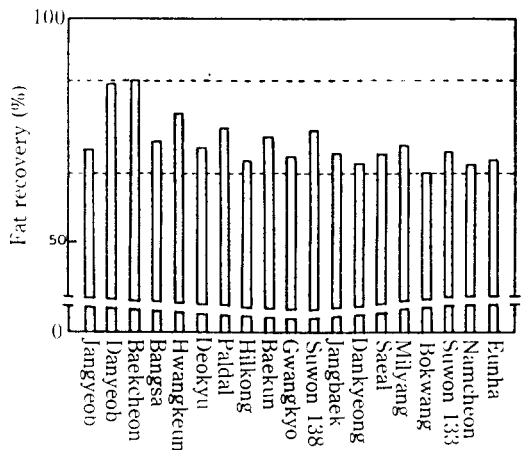


Fig. 4. Fat recovered from soybeans in fermented soymilks

발효 후 제일 높은 pH 값과 제일 낮은 적정산도값을 나타낸 백천 품종은 생균수도 제일 저조한 3.83×10^8 이었으며 pH 값이 제일 낮고 적정산도값이 제일 높았던 새알 품종은 생균수도 제일 많은 3.22×10^8 이었다. Mital 등⁽⁹⁾의 실험보고에 의하면 *L. acidophilus* 균주를 이용하여 대두요구르트를 제조하였을 때 16시간의 발효시간 후 pH 4.7과 0.43의 적정산도를 얻었고 이 때 생균수는 1.74×10^8 으로 보고하고 있는데 이러한 실험결과는 본 실험의 장엽, 덕유, 새알과 같은 대두 품종과 비교할 때 적정산도에서는 약간 높은 값이었지만 pH와 생균수는 낮은 값이었음을 알 수 있다.

제조된 대두요구르트는 모두 균일한 커드 형성을 보여주었으며 100 ml의 대두요구르트로부터 분리된 유청의 양을 측정하였는데 Table 3에서 보여준 것 같이 가장

Table 3. Titratable acidity, pH-value and viable cell count of soy yoghurt fermented with *L. acidophilus*

Cultivars	Time of Fermentation	pH value	Titratable acidity (%)	Viable cell count (CFU/ml)	Whey separated (ml)
Jangyeob	0h	5.98	0.08	2.24×10^8	2.8
	24h	4.59	0.40	2.28×10^9	
Danyeob	0h	6.07	0.07	1.93×10^8	3.6
	24h	4.62	0.37	2.35×10^9	
Backcheon	0h	6.04	0.07	2.08×10^8	1.4
	24h	4.56	0.33	1.74×10^9	
Bangsa	0h	6.06	0.06	2.08×10^8	1.9
	24h	4.66	0.35	2.74×10^9	
Hwangkeum	0h	6.08	0.07	1.93×10^8	2.4
	24h	4.68	0.35	1.79×10^9	
Deokyu	0h	6.07	0.07	2.24×10^8	5
	24h	4.60	0.40	2.36×10^9	
Paldal	0h	6.05	0.07	1.84×10^8	5.7
	24h	4.81	0.29	1.44×10^9	
Hilkong	0h	6.01	0.07	1.77×10^8	1.8
	24h	4.76	0.27	6.90×10^8	
Baekun	0h	6.02	0.07	1.77×10^8	1.4
	24h	5.03	0.20	3.83×10^8	
Gwangkyo	0h	6.07	0.07	2.47×10^8	3.4
	24h	4.62	0.38	2.14×10^9	
Suwon 138	0h	6.01	0.07	1.84×10^8	4.6
	24h	4.56	0.37	2.08×10^9	
Jangbaek	0h	6.03	0.08	1.93×10^8	3.2
	24h	4.68	0.32	1.08×10^9	
Dankyeong	0h	6.11	0.07	2.47×10^8	3
	24h	4.72	0.35	1.97×10^9	
Saeal	0h	6.02	0.07	1.84×10^8	8.2
	24h	4.53	0.41	3.22×10^9	
Milyang	0h	6.05	0.07	1.70×10^8	3.4
	24h	4.66	0.37	2.10×10^9	
Bokwang	0h	6.05	0.07	2.47×10^8	5.4
	24h	4.64	0.39	3.00×10^9	
Suwon 133	0h	6.97	0.07	1.70×10^8	2.8
	24h	4.64	0.38	2.22×10^9	
Namcheon	0h	6.09	0.07	1.70×10^8	2.4
	24h	4.65	0.37	2.17×10^9	
Eunha	0h	6.06	0.07	1.77×10^8	3.6
	24h	4.69	0.34	1.53×10^9	

많은 산생성을 보여준 새알 품종이 가장 많은 유청 분리를 일으켰고(8.2%), 또한 가장 저조한 발효상태를 보여준 백운 품종이 가장 적은 유청분리를 일으켰음을(1.4%) 알 수 있었다.

요 약

19 품종의 대두로부터 제조된 두유에 *L. acidophilus*

KCTC 2182를 접종하여 24시간 발효시킨 후 품종별 특성을 비교 검토하였다. 대두요구르트의 조단백질 함량은 2.58~2.91%로 평균 2.74%이었으며 조지방은 1.34~1.85%로 평균 1.49%이었다. 대두로부터 대두요구르트로 이행된 각 성분의 회수율은 고형분이 52.14~61.54%로 평균 56.17%이었으며 단백질의 수율은 59.22~67.50%로 평균 63.32%, 지방의 수율은 65.80~86.02%로 평균 72.57% 수준이었다. 대두요구르트

의 pH 값은 4.53~5.03이었고, 적정산도는 0.20~0.41%이었으며 생균수는 $3.83 \times 10^8 \sim 3.22 \times 10^9/ml$ 이었다. 분리된 유청의 양은 두유 100ml 당 1.4~8.21ml 이었다.

문 헌

- Chen, S.: Preparation of fluid soymilk In *Proceedings of the world congress on vegetable protein utilization in human foods and animal feedstuffs*(1988: Singapore). ed. T.H. Applewhite, Amer. Oil Chem. Soc., Champaign, Illinois, USA(1989)
- 고영태: 두유의 가열처리가 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 20, 317(1988)
- 이정숙, 김영배, 고영태: 대두요구르트의 향미와 휘발성분, 한국식품과학회지, 17, 51(1985)
- Angeles, A. and Marth, E.: Growth and acidity of lactic acid bacteria in soymilk, part 1. Growth and acid production, *J. Milk and Food Technol.*, 34, 30(1971)
- Mital B.K., Steinkraus K.H. and Naylor H.B.: Growth of lactic acid bacteria *J. Food Sci.*, 39, 1018(1974)
- Wang, H.L., Kraidej, L. and Hesseltine, C.W.: Lactic acid fermentation of soybean milk, *J. Milk and Food Technol.*, 37, 71(1974)
- Mital, B.K., Prasad, R. and Singh, S.: Effect of carbohydrates and phosphates on acid production by lactic acid bacteria in soymilk, *J. Food Sci. and Technol.*, 14, 182(1977)
- Pinthong, R., Macrae, R. and Rothweel, J.: The development of a soybased yogurt, part 1. Acid production by lactic acid bacteria, *J. Food Technol.*, 15, 647(1980)
- Patel, A.A., Waghmare, W.M. and Gupta, S.K.: Lactic fermentation of soymilk-A review, *Process Biochem.*, 15(7), 9(1980)
- 이재성, 한관주, 서기봉: 두유를 이용한 변형 요구르트의 제조에 관한 연구(1), 한국식품과학회지, 4, 194(1972)
- 김정환, 이형주: 유청과 두유 혼합액에서의 유산균 생육 특성, 한국식품과학회지, 16, 285(1984)
- 성원희, 임숙자, 고영태: 분리 대두단백이 *Lactobacillus acidophilus*의 생육에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 16, 120(1984)
- 백인숙, 임숙자, 고영태: 농축 대두단백으로 제조된 유산균 음료의 저장성, 한국식품과학회지, 17, 15(1985)
- 문승애, 김영배, 고영태: 두유에서 젖산균의 생육과 대두요구르트의 향미, 한국식품과학회지, 18, 118(1986)
- 문승애, 고영태: 분리 대두단백으로 제조된 젖산균 음료의 저장성, 한국식품과학회지, 18, 124(1986)
- 유주현, 류인덕, 박정길, 공인수: *Lactobacillus bulgaricus*와 *Kluyveromyces fragilis*의 혼합배양에 의한 두유의 젖산발효, 한국식품과학회지, 19, 263(1987)
- 공인수, 이정숙, 정용준, 류인덕, 오두환, 유주현: 두유에서 *Saccharomyces uvarum*과 *Lactobacillus acidophilus*의 혼합배양, 한국식품과학회지, 19, 355(1987)
- 김성희, 고영태: 두유에서 젖산균의 생육과 산생성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 19, 151(1987)
- 유주현, 류인덕, 박정길, 임홍철: *Lactobacillus casei* IFO 3012와 *Kluyveromyces fragilis* KFCC 35458의 혼합배양에 의한 두유의 젖산발효, 한국식품과학회지, 20, 518(1988)
- 고영태: 미생물 Protease 또는 Papain으로 처리된 두유에서 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 제조, 한국식품과학회지, 21, 379(1989)
- 김성희, 방일령, 고영태: 두유의 단백질 분해효소 처리가 젖산균의 산생성과 대두요구르트의 품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 21, 92(1989)
- Marth, E.H.: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 14th ed., American Public Health Association, Washington, D.C.(1980)
- A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.(1984)
- Osborne, O.R. and Vooge, P.: *The Analysis of Nutrients in Foods*, Academic Press, London(1981)
- De man, J.M., Stanley, D.N. and Rasper, B.: Composition of Ontario soybeans and soymilk, *Can. Inst. Food Sci., Technol. J.*, 8, 1(1975)
- Bourne, M.C., Clemente, M.G. and Banzon, J.: Survey of suitability of thirty cultivars of soybeans for soymilk manufacture, *J. Food Sci.*, 41, 1204(1976)

(1990년 4월 14일 접수)