

## 액상발효유 제조시 유산균 Starter의 단백질 분해능이 산생성 및 침전발생에 미치는 영향

소 명 환

부천공업 전문대학 가정학과  
(1984년 8월 13일 수리)

### Influences of Proteolytic Ability of Lactic Acid Bacteria on Acid Production and Precipitates Occurrence in Liquid Yogurt Preparation

Myeong Hwan So

Department of Home Economics, Bucheon Technical College, Bucheon, Korea  
(Received August 13, 1984)

In making liquid yogurt, the influences of proteolytic ability of lactic acid bacteria on acid production and on protein stability were investigated. *L. bulgaricus* CH-2, *L. helveticus* IAM 1042 and *L. jugurti* 3048 showed a comparatively high proteolytic activity in milk, while *L. casei* YIT 9018 did not show any marked proteolysis. Starter organisms having high proteolytic ability showed more rapid growth and acid production than those having low ability in milk. The most active proteolysis occurred during logarithmic growth phase of yogurt organisms, and most of the proteolysis took place in the first 24-48 hrs of incubation. Highly proteolysed yogurts made by *L. bulgaricus* CH-2, *L. jugurti* 3048, *L. helveticus* IAM 1042, *L. acidophilus* L-54 and *L. casei* 3012 had low protein solubility at pH 3.5 and had much protein precipitates during storage of product, but those having little protein hydrolysates made by *L. casei* YIT 9018 or artificial acidification showed no precipitation during keeping.

발효유 제조시 제품의 품질에 영향을 미칠 수 있는 가장 중요한 요소는 유산균 starter이다. Jer-mija등<sup>(1)</sup>은 발효유 제조용으로 유산균 starter를 선택할 때에 고려하여야 할 요건들로 다음과 같은 점들을 들고 있다. 즉 (1) 우유배지에서 증식 및 산생성 속도가 빠르고, (2) 제품에 높은 수준의 생균수 유지가 가능한 균이어야 하며, (3) 좋지 못한 맛과 냄새를 남기지 말아야 하고, (4) 유단백질의 안정성을 유지하게 해야 하며, (5) 병원성 미생물에 대한 저지능이 높고, (6) 소화관 내에서 생존능이 높고, (7) bacteriophage나 항생물질에 대한 저항성이 높고, (8) vitamin 생합성 능력이 높을 것 등이다.

그런데 이상에 열거된 요건들 중 (1)~(4)의 요건들은 유산균 starter의 proteolytic activity에 영향

을 많이 받을 것으로 생각된다. 왜냐하면 유산균 starter의 단백질 분해효소는 발효유 제조시에 유단백질에 작용하여 유산균의 생육에 필요한 각종 아미노산을 공급함으로써<sup>(2~5)</sup> 균의 증식과 산생성에 직접 영향을 미칠 수 있으며 또 유산균 중 단백질 분해력이 높은 균은 불쾌한 냄새를 생성하는 경향이 있는 것으로 보고되고 있고<sup>(6)</sup> 단백질 분해에 의하여 생성된 각종 peptide와 아미노산들은 쓴맛 혹은 감칠맛 등을 갖고 있기 때문이다.<sup>(7~10)</sup> 뿐만 아니라 단백질 분해효소들은 대부분이 milk clotting enzyme으로 작용하고 있기 때문에<sup>(11)</sup> 발효유 제조시에 유산균의 단백질 분해효소도 유단백질의 안정성에 상당한 영향을 미칠 것이다.

그러나 현재 발효유와 유산균음료 제조에 많이

이용되고 있는 각종 유산균들에 대하여 이러한 품질적인 요소와 starter의 단백질 분해능과의 관계에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

유산균 starter의 단백질 분해능과 산생성 및 균의 증식에 관한 연구로 Jasjit 등<sup>(6,7)</sup>과 Lawrence 등<sup>(8)</sup>의 연구가 있으나 이들은 모두 호상 요구르트 제조에 이용되고 있는 *L. bulgaricus*와 *St. thermophilus*의 여러 균주에 관한 연구들이다.

한편 유산균음료의 침전에 관한 연구에서 姜<sup>(9)</sup>은 산생성 속도가 빠른 유산균보다 산생성이 느린 유산균을 starter로 사용한 시험구에서 침전이 더욱 억제됨을 지적하였고, Rasic 등<sup>(10)</sup>은 발효유 제조시에 유산균에 의한 유단백질의 분해는 비록 미약한 정도이지만 이것이 유단백질의 용해도를 크게 변화시켜 발효유의 물성에 중대한 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 액상 발효유 제조시에 유산균 starter의 유단백질 분해능이 산생성 및 침전발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 현재 액상 발효유 및 유산균음료의 제조에 많이 이용되는 몇종의 유산균을 starter로 사용하여 액상 발효유를 제조하면서 starter별로 유단백질 분해물의 생성량, 산생성 및 제품의 침전발생 등과의 관계를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 사용균주

유산균 균주는 *L. casei* YIT 9018, *L. casei* 3012, *L. acidophilus* L 54, *L. bulgaricus* CH2, *L. helveticus* IAM 1042 및 *L. jugurti* 3048이었으며 모두 한국야쿠르트 연구소에서 분양받았다.

### Skim milk

1984년 5월 10일 서울우유 협동조합에서 제조된 제품을 84년 6월 20일 시중에서 구입하여 사용하였다.

### Starter의 준비

멸균된 skim milk 용액에 균 1백균이를 접종하여 37°C에서 *L. bulgaricus*는 12시간 간격으로, 다른 균은 24시간 간격으로 3회 계대배양을 하였다.

### 균의 배양 및 시료 채취

포도당 3%를 첨가한 10% skim milk 용액 700ml를 1l 삼각 flask에 취하여 솜가개를 하고 110°C에서 15분간 멸균한 후 37°C로 냉각시킨 다음 starter 0.1%를 무균적으로 접종한 후 37°C에서 배양하면서 경시적으로 배양액 일정량을 취하여 시료로

사용하였다. 시료를 채취할 때는 배양액을 충분히 흔들어서 고루 섞은 다음 무균적으로 채취하였다.

### TA (titrable acidity)의 측정

Atherton<sup>(11)</sup>의 방법에 준하여 실시한 다음 젖산 함량 %로 환산하여 표시하였다.

### 유산균 생균수의 측정

BCP-agar 배지를 사용하여 standard plate count method<sup>(12)</sup>에 준하여 실시했다. 배양은 37°C에서 2일간 행하였다.

### Generation time의 측정

포도당 3%를 함유하는 skim milk 배지에 계대배양 중인 유산균을 배지 1ml당  $1 \times 10^4$ 개 정도로 되게 접종하여 37°C에서 배양하면서 배양 개시 후 3시간부터 18시간 사이의 생균수 변화를 3시간 간격으로 측정한 후 Exponential phase에서의 doubling time을 계산하였다.<sup>(13)</sup>

### TCA-soluble peptide의 함량 측정

Hull<sup>(14)</sup>의 방법에 준하여 발효유 5g에 5% TCA (trichloro acetic acid) 용액 10ml를 가하고 잘 혼합한 후 실온에서 10분간 방치시킨 다음 동양여지 No. 5 A를 사용하여 여과시킨 후 여과액을 Folin-Lowry method<sup>(15)</sup>에 준하여 발색시켜 660 $\mu$ m에서의 OD를 측정하였다. 이를 발효유 1ml내에 함유된 TCA-soluble peptide의 ml수로 나타낼 때는 같은 OD 값을 갖는 casein의 농도(mg/ml)로 표시하였다.

### Amino acid의 함량 측정

Sörensen의 formol titration method<sup>(16)</sup>에 준하여 측정된 다음 발효유 1ml내에 함유된 glycine(mg/ml)으로 환산하여 표시하였다.

### 액상 발효유의 제조

Fig. 1에 도시된 바와같이 포도당 3%를 첨가한

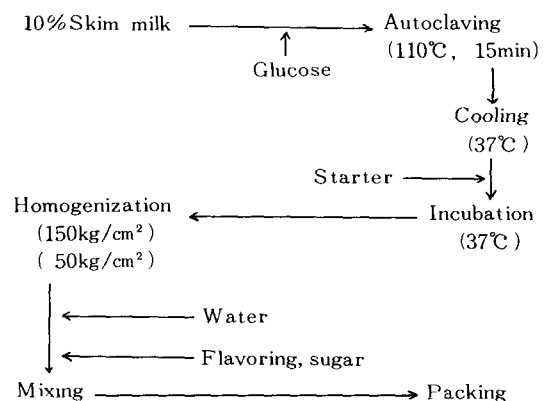


Fig. 1. Flow diagram for preparation of liquid yogurt

10% skim milk 용액을 3 l 삼각 flask에 2 l 취하여 솜마개를 한 후 110°C에서 15분간 멸균한 다음 곧 37°C로 냉각하여 starter 0.2%를 접종하고 37°C에서 배양하였다. TA가 1.8%에 도달했을 때 배양을 중단하고 균질기를 사용하여 1 단 150kg/cm<sup>2</sup>, 2 단 50kg/cm<sup>2</sup>의 조건으로 균질시킨 후 균질액 100g에 대하여 설탕 45g과 이온교환수 152g을 가하여 유고형분 3.3%, 설탕 16%, TA 0.6%의 조성을 갖는 액상발효유를 제조하였다. 단 유산균에 의한 발효가 아닌 인공적인 산침가(Artificial acidification) 때에는 멸균된 skim milk를 5°C로 유지시키면서 TA가 1.8%되게 sprayer를 사용하여 젖산을 무균적으로 첨가하였다.

**pH조정 및 단백질의 용해도 측정**

발효유 균질액 20ml를 취하여 0.1N-HCl, 0.1N-NaOH 및 증류수로 유고형분 3%, pH 2.0, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0 및 7.0이 되게 조정한다. 다음 이들 각각을 centrifuge에 취한 후 800×G에서 10분간 원심분리하여 불용성 단백질을 침전시켜 제거하고 상등액 1 ml 중의 단백질 함량을 Folin-Lowry method<sup>(17)</sup>로 측정하여 다음 식에 의하여 단백질의 용해도를 산출하였다.

$$\text{용해도}(\%) = \frac{\text{원심분리 후 상등액 1ml 중의 단백질 함량}}{\text{원심분리 전 시료 1ml 중의 단백질 함량}} \times 100$$

**액상발효유의 단백질 안정성 측정**

액상 발효유 20ml를 직경 12mm의 시험관에 취하여 aluminum cap을 씌운 후 5°C의 냉장고에 일정 기간 보관한 다음 상층액 10ml를 취하여 Folin-Lowry method<sup>(18)</sup>에 준하여 단백질 함량을 측정한다. 다음 다음식에 의하여 단백질의 안정도를 산출하였다.

$$\text{안정도}(\%) = \frac{\text{상층액 1ml 중의 단백질 량}}{\text{발효유 1ml 중의 단백질 량}} \times 100$$

**결과 및 고찰**

**Skim milk에서의 증식 및 산생성**

포도당 3%를 함유하는 10% skim milk에 여러 종류의 유산균 starter를 접종하여 배양시간 경과분, *L. casei* 3012는 70분, *L. casei* YIT 9018은 75분이었다.

Fig. 2 및 Fig. 3에서 보면 *L. helveticus* IAM 1042, *L. jugurti* 3048 및 *L. bulgaricus* CH2는 균의 증식과 초기의 산생성 속도가 빨라서 단기간 내에 따른 유산균 생균수 및 유기산 함량의 변화를 조

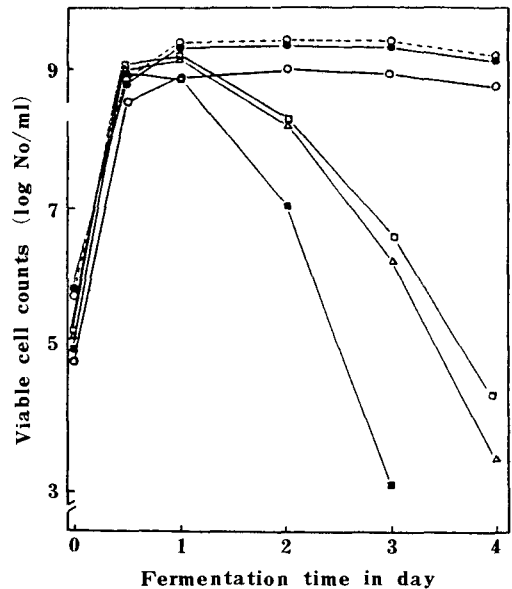


Fig. 2. Changes in viable cell counts during fermentation of yogurts by different starter bacteria.

Individual starters were inoculated in sterilized reconstituted skim milk supplemented with 3% glucose and were incubated at 37°C.

Bacterial starters used were *L. acidophilus* L54 (—○—), *L. casei* 3012 (—●—), *L. casei* YIT 9018 (—○—), *L. helveticus* IAM 1042 (—□—), *L. bulgaricus* CH2 (—■—), *L. jugurti* 3048 (—△—)

사하여 starter별로 도시한 결과는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같았다.

또 각 starter의 generation time은 *L. bulgaricus* CH2는 50분, *L. jugurti* 3048은 55분, *L. helveticus* IAM 1042는 57분, *L. acidophilus* L 54는 63분에 목적하는 TA (TA 1.80%)에 도달하나 stationary phase에서 머무는 시간이 아주 짧았고 균의 사멸 속도도 아주 빨랐다. 반면 *L. acidophilus* L 54, *L. casei* 3012 및 *L. casei* YIT 9018은 균의 증식 속도가 좀 느리고 산생성 속도도 느려서 목적하는 TA에 도달하는데 비교적 장시간이 소요되나 stationary phase에서 머무는 시간이 아주 길었다.

이상의 결과들은 포도당 3%를 첨가한 10% skim milk에 각종 유산균을 배양하면서 생균수와 TA의 변화를 조사한 住原 등<sup>(20)</sup> 및 山下 등<sup>(21)</sup>의 결과와 일치되고 있다

**유단백질의 분해**

각종 유산균 starter를 사용하여 발효유를 제조

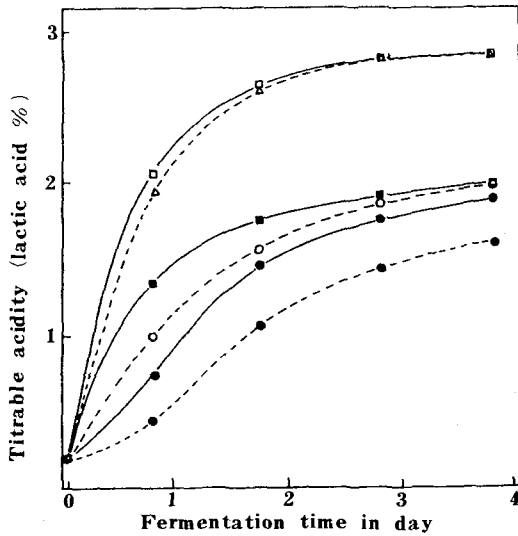


Fig. 3. Comparative acid productivity of different bacterial starters in fermentation of yogurts.

Starters used were as follows : *L. acidophilus* L54 (—●—), *L. casei* YIT 9018 (---●---), *L. casei* 3012 (---○---), *L. bulgaricus* CH 2 (—■—), *L. jugurti* 3048 (—□—), *L. helveticus* IAM 1042 (---△---)

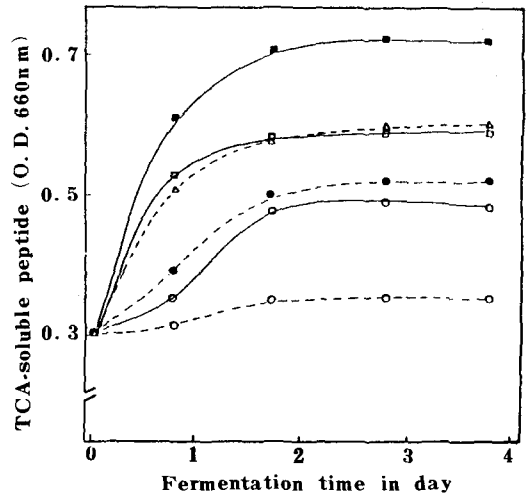


Fig. 4. Changes in TCA-soluble peptide content during fermentation of yogurts by different bacterial starters.

*L. casei* 3012 (—○—), *L. casei* YIT 9018 (---○---), *L. acidophilus* L54 (---●---), *L. jugurti* 3048 (—□—), *L. bulgaricus* CH 2 (—■—), *L. helveticus* IAM 1042 (---△---).

할 때에 유단백질의 분해로 인하여 생성된 TCA soluble peptide 및 amino acid의 함량을 측정하여 starter 별로 비교해 본 결과는 Fig. 4 및 Fig. 5와 같았다.

유단백질의 분해정도는 사용된 starter에 따라 상당한 차이를 보이고 있는데, *L. bulgaricus* CH2, *L. helveticus* IAM 1042 및 *L. jugurti* 3048 사용구는 아주 높았고 *L. casei* YIT 9018 사용구는 아주 낮았다.

또 유단백질의 분해가 왕성하게 이루어지는 시기는 균의 증식이 왕성하고 산생성은 많이 진행되지 않은 logarithmic growth phase이었다. 균의 증식과 산생성이 빠른 *L. bulgaricus* CH 2, *L. helveticus* IAM 1042 및 *L. jugurti* 3048 사용구는 24시간 이내에, 균의 증식과 산생성이 느린 *L. acidophilus* L 54, *L. casei* 3012 및 *L. casei* YIT 9018 사용구는 48시간 이내에 단백질의 분해가 거의 완료되고 있다.

이와같은 결과들은 thermo bacterium은 단백질 분해능이 높고 strepto bacterium은 낮다는 工藤 등,<sup>(23)</sup> Rapp 등,<sup>(24)</sup> Miller 등<sup>(24,25)</sup>의 보고와 일치하며 또 유산균의 단백질 분해는 logarithmic growth phase에 최대에 달하고 late stationary phase이후로

는 급격히 감소한다는 Soda 등,<sup>(26)</sup> Argyle 등<sup>(27)</sup>의 연구결과를 재확인하여 주는 것이 된다.

유산균의 유단백질 분해가 late stationary phase 이후에서 잘 진행되지 않는 이유는 유산균의 단백질 분해효소의 최적 pH가 중성부근이기<sup>(28,29)</sup> 때문일 것으로 생각된다.

Fig. 2~Fig. 5의 결과를 종합하여 starter의 유단백질 분해능과 균의 증식 및 산생성과의 관계를 살펴보면 단백질 분해능이 강한균(*L. bulgaricus* CH 2, *L. helveticus* IAM 1042, *L. jugurti* 3048)은 균의 증식과 산생성 속도가 빠르고, 단백질 분해능이 약한균(*L. acidophilus* L 54, *L. casei* 3012, *L. casei* YIT9018)은 균의 증식과 산생성이 느림을 알 수 있다. 이와같이 유산균의 단백질 분해능과 균의 증식 및 산생성간에는 서로 정의 상관관계가 성립되고 있음을 알 수 있는데 이러한 결과는 우유중에는 유산균의 증식에 필요한 free amino acid의 절대량이 부족하다는 Tomas<sup>(3)</sup>의 보고, 단백질 분해효소 생성능이 결여된 유산균은 milk에서 잘 자라지 못한다는 Lawrence<sup>(12)</sup>의 보고, proteolytic activity가 증가된 유산균 변이주는 모두 산생능이 향상되었다는 Singh 등<sup>(4)</sup>의 보고들로서 그 내용의 타당성이 더욱 뒷받침되어질 수 있을 것으로 본다.

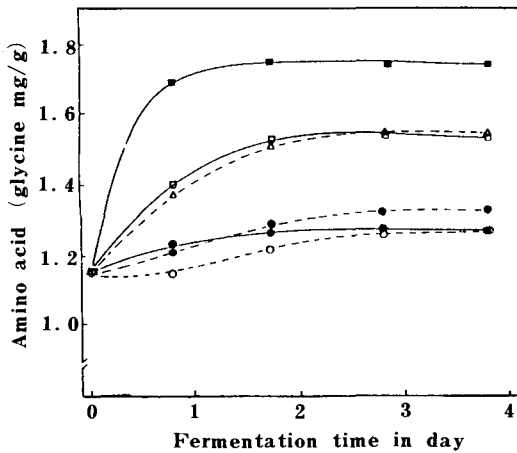


Fig. 5. Changes in amino acid content during fermentation of yogurts by different bacterial starters.

*L. casei* YIT 9018 (· · ○ · · ·), *L. helveticus* IAM 1042 (—□—), *L. acidophilus* L54 (· · · ● · · ·), *L. bulgaricus* CH 2 (—■—), *L. casei* 3012 (—●—), *L. jugurti* 3048 (· · · △ · · ·).

발효유의 이화학적 특성

TA 1.80%에서 배양을 완료시킨 발효유의 이화학적 특성을 starter 별로 조사한 결과는 Table 1과 같았다.

TA가 1.80%에 도달하는데 소요되는 배양시간은 *L. jugurti* 3048 사용구와 *L. helveticus* IAM 1042 사용구는 15시간 및 16시간으로 아주 짧았고 *L. casei* YIT9018 사용구는 130시간으로 아주 길었다.

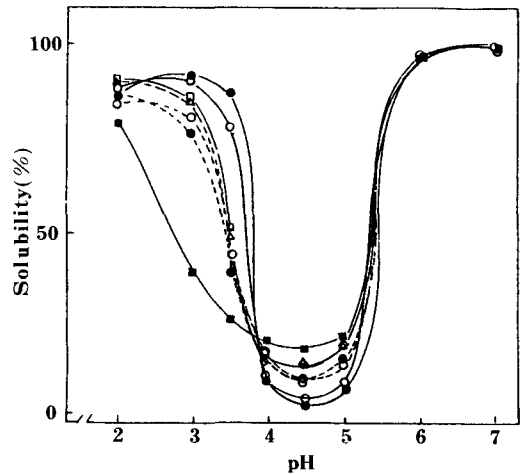


Fig. 6. Comparisons of pH-dependant solubilities of yogurt proteins fermented by different bacterial starters.

*L. casei* YIT 9018 (—○—), *L. helveticus* IAM 1042 (—□—), *L. acidophilus* L54 (· · · ○ · · ·), *L. bulgaricus* CH2 (—■—), *L. casei* 3012 (· · · ● · · ·), *L. jugurti* 3048 (· · · △ · · ·), Artificial acidification (—●—).

배양 종지점에서 유단백질의 분해정도는 *L. bulgaricus* CH 2 사용구가 가장 높았다. *L. casei* YIT 9018 사용구는 배양 소요시간은 가장 길었으나 유단백질의 분해정도는 가장 낮아서 발효를 시키지 않은 1번 시험구 (Artificial acidification)와 그의 비슷한 수준이었다. 본 실험에서 TA 1.80%를 배양 종지점으로 삼은 이유는 TA 1.80%인 10% skim

Table 1. Physico-chemical properties of fermented milks made by different bacterial starters

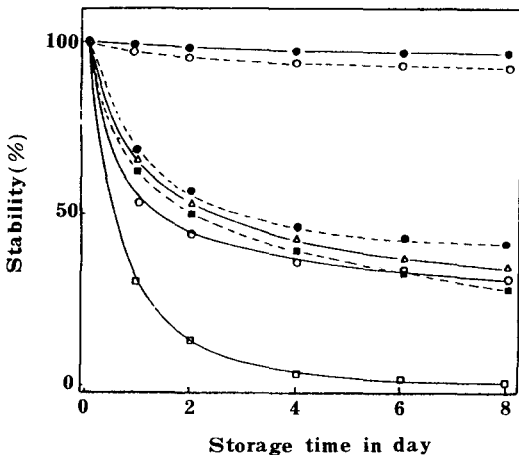
Sample No.	1	2	3	4	5	6	7
Bacterial starters	Artificial acidification	<i>L. casei</i> YIT9018	<i>L. casei</i> 3012	<i>L. acido philus</i> L 54	<i>L. helvi- ticus</i> IAM1042	<i>L. jugurti</i> 3048	<i>L. bulgaricus</i> CH 2
Incubation time (hrs)	—	130	64	53	16	15	41
Titration acidity (lactic acid %)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
pH	3.50	3.53	3.53	3.55	3.52	3.52	3.54
TCA-sol. peptide (casein mg/ml)	2.50	3.00	4.40	4.50	4.35	4.33	6.30
Amino acid (glycine mg/ml)	1.15	1.24	1.24	1.30	1.36	1.35	1.74
Slime production	—	—	—	—	—	—	—
Milk solids (%)	10	10	10	10	10	10	10

milk 배양액을 3 배 희석하여 액상 발효유의 형태로 제품화하면 신맛이 가장 적절하고 제품의 법적 규격(유고형분 3.0% 이상)에도 잘 부합되기 때문이다.

**발효유 단백질의 용해도**

배양이 완료된 Table 1의 발효유를 pH 2.0 ~ 7.0의 범위 내에서 pH별 단백질의 용해도를 측정 한 결과는 Fig. 6과 같았다. 모든 시험구에 있어서 유단백질의 용해도는 pH 4.5 내외에서 가장 낮았다. pH가 4.0에서 3.0으로 변할 때 용해도가 급격히 증가되고 있는데 그 정도는 사용된 starter의 종류에 따라서 상당한 차이를 보이고 있다. pH 3.5에서의 용해도를 비교해 보면 Artificial acidification 및 *L. casei* YIT 9018 사용구는 아주 높고, *L. helveticus* IAM 1042, *L. jugurti* 3048, *L. acidophilus* L54 및 *L. casei* 3012는 중간 정도이며 *L. bulgaricus* CH 2 사용구는 아주 낮다.

이와같은 결과는 starter에 따른 유단백질의 분해정도(Table 1)와 밀접한 관련이 있음을 보여 주고 있는데, 그 경향은 유단백질의 분해가 적게 일어난 것일수록 용해도가 높게 나타나고 있다. 이러한 현상은 단백질의 부분적인 가수 분해로 인하여 유단백질 본래의 안정한 구조가 파괴되고 소수성기가 외부로 많이 노출되었기 때문이 아닌가 생각된다.



**Fig. 7. Comparisons of storage stabilities of liquid yogurts made by different bacterial starters.**

*L. casei* 3012 (—○—), *L. bulgaricus* CH 2 (—□—), *L. casei* YIT 9018 (---○---), *L. acidophilus* L54 (---■---), *L. helveticus* IAM 1042 (---●---), *L. jugurti* 3048 (—△—), Artificial acidification (—○—).

다.

액상 발효유의 pH는 통상 3.5~3.6 정도 이므로 pH 3.5에서의 유단백질 용해도는 실제 제품의 침전 발생과 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다.

**액상발효유 시험제품의 침전발생 정도**

Table 1의 발효 완료액으로 제조한 액상발효유 시험제품(설탕 16%, 유고형분 3.3%, 유기산 0.6% 함유)을 냉장고에 보관하면서 보관 일수 경과에 따른 침전발생 정도를 측정 한 결과는 Fig. 7과 같았다. Artificial acidification 및 *L. casei* YIT 9018 사용구는 보관 일수가 경과하여도 침전이 생기지 않고 있으나 나머지 시험구들은 모두 다소의 침전이 생성되어 starter의 종류가 액상발효유의 침전발생에 큰 영향을 미치고 있음을 보여주고 있다. 침전이 발생하는 정도는 유단백질의 분해로 인한 TCA-soluble peptide의 생성량(Table 1)과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있는데 그 경향은 TCA-soluble peptide의 생성량이 많은 시험구일수록 침전이 더욱 심하게 발생되고 있다. 또한 이러한 경향은 pH 3.5에서의 발효유 단백질의 용해도 측정 결과(Fig. 6)와도 잘 일치되고 있다. 본 결과를 켈(18)의 연구결과와 비교해 보면, 산생성이 느려 배양에 장기간이 소요되는 유산균을 starter로 사용한 시험구에서 유단백질의 침전발생이 보다 억제된다는 점은 서로 일치되는 결과로 볼 수 있으나 TCA-soluble peptide의 생성량과 침전발생과의 관계에 대해서는 서로 일치되는 결과라고 볼 수 없다. 따라서 이점에 대해서는 앞으로 더욱 세밀한 연구가 필요하리라 생각된다.

**요 약**

액상발효유 제조시에 유산균 starter의 단백질 분해능이 산생성과 제품의 단백질 안정성에 미치는 영향을 조사하였다.

*L. bulgaricus* CH 2, *L. helveticus* IAM 1042, *L. jugurti* 3048은 우유에 배양할 때에 비교적 높은 단백질 분해능을 나타내었으나 *L. casei* YIT 9018은 단백질 분해능이 아주 약했다. 또 단백질 분해능이 높은 균들은 낮은 균들보다 우유에서의 증식과 산생성 속도가 빨랐다. 유단백질의 분해가 가장 심하게 이루어지는 시기는 균의 대수증식이었고, 배양개시로부터 24~48시간 이후에서는 유단백질의 분해가 거의 더 진행되지 않았다.

*L. bulgaricus* CH 2, *L. helveticus* IAM 1042,

*L. jugurti* 3048, *L. acidophilus* L 54, *L. casei* 3012로 제조된 발효유들은 모두 유단백질 분해가 비교적 심하게 일어났고, pH 3.5에서의 유단백질 용해도가 낮았고, 제품의 저장시에 유단백질 침전이 심하게 생성되었다. 그러나 artificial acidification이나 *L. casei* YIT 9018에 의하여 제조된 제품들은 유단백질의 분해가 거의 없었고, pH 3.5에서의 단백질 용해도도 높았고, 저장시에 침전도 전혀 발생되지 않았다.

### 謝 辭

본 연구의 수행에 있어 한국야쿠르트 유업(주)의 도움을 입은 바가 크며 이 점에 대하여 한국야쿠르트 연구소 윤쾌병 소장님께 謝意를 표합니다.

### 참고문헌

- 1) Rasic, J. L. and J. A. Kurmann: *Yogurt*, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen Denmark, (1978).
- 2) Hayato Kihara and Esmond E. Snell: *J. Biol. Chem.*, **235**(5), 1409 (1960).
- 3) Thomas, T. D. and O. E. Mills: *Neth. Milk Dairy J.*, **35**, 225 (1981).
- 4) Tamime, A. Y. and H. C. Deeth: *J. Food Protection*, **43**(12), 939 (1980).
- 5) Livia Alm Aria: *J. Dairy Sci.*, **65**, 1696 (1982).
- 6) Jasjit Singh and Dinesh K. Sharma: *Cultured Dairy Products Journal*, February, 22 (1982).
- 7) Jasjit Singh and A. K. Chopra: *J. Food Sci.*, **47**, 1027 (1982).
- 8) Sullivan, J. J. and G. R. Jago: *Aust. J. Dairy Technol.* **27**, 98 (1972).
- 9) Solms, Juerg: *J. Agr. Food Chem.* **17**, 686 (1969).
- 10) Kirimura, J.: *J. Agr. Food Chem.* **17**, 689 (1969).
- 11) Weeb, B. H., A. H. Johnson and John A. Alford: *Fundamentals of Dairy Chemistry*, The AVI Publishing Company, Westport Connecticut, 2nd ed., (1974).
- 12) Lawrence, R. C., T. D. Thomas and B. E. Terzaghi: *J. Dairy Res.*, **43**, 141 (1976).
- 13) 姜國熙, 李哲男: 한국산업미생물학회지, **12**(2), 73 (1984)
- 14) Atherton, Henry V. and J. A. Newlander: *Chemistry and testing of Dairy Products*, AVI Publishing company, Westport Connecticut, (1977).
- 15) Marth, Elmer H.: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, American Public Association, N. W. Washington, (1978).
- 16) Stanier, R. Y., E. A. Adelberg and J. L. Ingrhm: *The Microbial World*, Prentice-Hall, New Jersey, (1976).
- 17) Hull, M. E.: *J. Dairy Sci.*, **30**, 881 (1947).
- 18) Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall: *J. Biol. Chem.*, **193**, 265 (1951).
- 19) *AOAC Method of Analysis*, AOAC, Washington, 13th ed., (1980).
- 20) 住原泰雄, 大塚裕, 中西安生, 小嶋泰, 小平晋士: ヤクルト研究所 研究報告集 第1号, 29 (1970).
- 21) 山下哲郎, 高橋ヨリ子, 宇佐見 明子, 麻生 健治: ヤクルト研究所 研究報告集 第2号 37 (1971)
- 22) 工藤 聡, 高見沢康太郎, 馬田三夫: 日本畜産学会報, **49**, 753 (1978).
- 23) Rapp, M.: *Milchwissenschaft*, **24**, 208 (1969).
- 24) Miller, I. and O. Kandler: *Milchwissenschaft*, **22**, 150 (1967).
- 25) Miller, I. and O. Kandler: *Milchwissenschaft*, **22**, 608 (1967).
- 26) Soda, M. E., J. L. Bergere and M. J. Desmazeaud: *J. Dairy Res.*, **45**, 519 (1978).
- 27) Argyle, P. J., G. E. Mathison and R. C. Chandon: *J. Appl. Bacteriol.*, **41**, 175 (1967).
- 28) Back, Y. J., K. B. Yoon, Y. H. Yoon and H. U. Kim: *Korean J. Anim. Sci.*, **25**(1), 1 (1983).
- 29) Formisano, M., G. Percuoco and S. Percuoco: *Dairy Sci. Abstr.*, **35**, 137 (1973).
- 30) Soda, M. E., M. J. Desmazeaud and J. L. Bergere: *J. Dairy Res.*, **45**, 445 (1978).