

치즈웨이를 이용한 유산균 발효제품 제조

유은정 · 허태련
인하대학교 생물공학과

Preparation of the Fermented Product by Lactic Acid Bacteria from Cheese whey

Eun-Jeong Yoo and Tae-Ryeon Heo
Department of Biotechnology, Inha University

Abstract

The optimum conditions for the development of a lactic acid beverage from the concentrated whey were studied using reverse osmosis system. For lactose hydrolysis rate and acid productivity, the strain mixture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* was more efficient than that of *Streptococcus cremoris* and *Streptococcus lactis*. The titratable acidity was increased at higher LCR (lactose concentration ratio) of whey. However, the higher LCR of whey was, the slower the pH decreasing rate was. The amount of sediment was maximum at LCR of 1.0 : 1 whey, but there was no sediment at LCR 3.0 : 1 whey after 12 hours. Propylene glycol alginate was the best stabilizer and prevented from sedimentation at the concentration of less than 0.1%. Aspartame as a sweetener of yoghurt flavor had the best palatability.

Key words: whey, lactose, reverse osmosis

서 론

유청은 치즈제조시 생산되는 액상의 부산물로서 유당, 유청단백질, 무기질, 수용성 비타민 그리고 미량의 지방 등을 함유하고 있다.

치즈제조시 원유량의 10~15%만이 치즈제품에 이용되고, 잔류하는 85~90%는 유청의 상태로 배출되기 때문에 치즈제조 초기부터 그 처리가 문제시 되어 왔으며, 20세기에 와서 치즈생산이 크게 증가하자 여러모로 그 이용방법이 연구되기 시작했다⁽¹⁻⁵⁾. 현재 우리나라에서는 소량이 가축용 사료로 이용되고 그 외 대부분이 폐수로 배출되고 있어서 공해문제 뿐만 아니라 많은 경제적 손실을 초래하고 있다.

최근에 선진국가에서는 이 유청을 부가가치가 높은 식품으로의 재활용이 고려되어져 왔다⁽¹⁾. 유청을 이용하는 방법은 농축건조하여 분말 제조하거나 유청단백질을 함유하는 Ricotta나 Zieger와 같은 whey cheese나 whey butter, soft drink, 고단백음료, 알콜음료, soup이나 fruit juice에 첨가하여 이용하는 방법 등 그 이용이 다양하다⁽²⁻⁶⁾.

그러나, 유청의 재활용을 위한 농축 건조분말의 제조 시에는 그 막대한 시설비용과 유청 처리량이 많아야 하기

때문에 현재 우리나라 치즈생산 규모로는 비경제적이다. 또한 유청을 음료로 이용할 때는 유청고형분의 80%를 차지하는 유당으로 인한 소화장애(유당불내증)를 초래할 수 있고 유당의 낮은 감미도와 용해도가 그 이용을 제한하기도 하며⁽⁷⁾, 유산균음료 제조시는 유청단백질로 인한 침전물의 형성과 저장성이 낮아지는 문제점이 지적되고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 역삼투압에 의해 유청의 유당을 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1 및 3.0 : 1의 비율로 농축하여 유청음료 제조시 야기되는 상기의 문제점을 줄이고 제품의 맛, 기호성 및 저장성을 부여하는데 있어서 유산균에 의한 유당을 분해시켜 유산균의 성장과 산생성 및 침전의 정도를 비교, 검토함으로써 농축유청의 발효 유제품으로서 이용에 관한 문제점들에 관해 연구하였다.

재료 및 방법

역삼투압을 이용한 유청의 농축 및 성분분석

본 실험실에서는 치즈제조 후 생긴 유청을 65°C에서 30분간 저온 살균하고 50°C로 냉각한 후 reverse osmosis (RO) system을 이용하여 유당농축비율(lactose concentration ratio)이 1.5 : 1, 2 : 1과 3 : 1이 되도록 농축하였다. 유청의 성분분석은 milko-scan(104 A/B, Denmark)을 이용하였다.

RO System은 Denmark DDS-Divison사의 Mini-lab 20 System을 사용하였다. 유청 사용온도는 50°C이었고

Corresponding author: Tae-Ryeon Heo, Department of Biotechnology, Inha University, Yonghyeun-dong, Incheon 402-751, Korea

inlet pressure는 60 bar이었으며 outlet pressure는 57 bar이었다. filter membrane은 HR98 TP(NaCl permeability 2.5%)를 사용하였다. 농축된 시료는 다음 실험을 위해 -20°C 에서 냉동 보관하였다.

농축유청의 유산균 발효

LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1, 3.0 : 1인 농축유청을 65°C 에서 30분간 저온살균하고 42°C 까지 냉각한 후 starter 용으로 배양한 유산균을 7%(v/v) 접종하고 water bath 상에서 배양하였다.

사용균주

Christian Hansen's laboratory의 냉동건조된 혼합균주인 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 고온균과 *Str. lactis*와 *Str. cremoris*의 중온균이 사용되었다. Starter는 멸균된 10% 탈지유에 계대배양한 다음 bulk starter를 제조하여 실험에 이용하였다.

유당의 가수분해도 측정

LCR이 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1 및 3.0 : 1인 농축유청에 7%의 starter를 접종하고 24시간 배양하였으며 매 6시간마다 시료를 채취하여 유당의 가수분해도를 검사하였다. 유당의 가수분해도는 Nickerson 등⁽¹⁰⁾에 의해 보고된 phosphomolybdate법에 의해 540 nm에서 spectrophotometer로 측정하였다.

유산균 배양액의 pH, 적정산도와 총균수의 측정

LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1 및 3.0 : 1 유청에 Starter를 첨가하고 24시간 배양하는 과정 중에 6시간 간격으로 pH 및 적정산도를 AOAC 법⁽¹¹⁾에 따라 측정하였다. pH는 Metrohm 665 Dosimat Titrater(Swiss)를 사용하였다. 총균수는 spectrophotometer를 이용하여 560 nm에서 흡광도를 측정하고 총균수 표준곡선으로부터 총균수를 구하였다.

유청음료의 제조

발효가 끝난 유청은 산도 및 고형분 함량이 발효유 유산균 음료 규격기준에⁽¹²⁾ 맞게 되는 시점까지 각각 달리 배양한 후 산도가 0.6%와 고형분 함량이 5%가 되도록 멸균증류수로 희석하였다.

침전도 검사

희석한 유청음료의 원심침전량과 자연침전량은 강 등⁽¹³⁾의 방법에 준하여 측정하였다.

안정도 검사

안정제로는 CMC(carboxy methyl cellulose), PGA(propylene glycol alginate), LMP(low methoxyl pectin)를 0.1~0.9%의 농도가 되도록 제조하여 시료를 5°C 에서 3일간 보존하면서 자연침전량을 조사함으로써 안정도를

측정하였다.

기호도 검사

감미료로 aspartame, sugar, sugar & glucose, invert sugar를 사용하였고 그 감미료의 양은 aspartame 0.034%, sugar 5%, sugar 3% & glucose 3%, invert sugar 8.7%가 되도록 첨가하였다. 채점법의 척도^(14,15)는 아주 좋다(very good : 1), 좋다(good : 2), 적당하다(medium : 3), 나쁘다(poor : 4), 아주나쁘다(very poor : 5)를 적용하였고, panel 요원은 본 연구원 8명을 대상으로 하여 실시하였다.

향료로는 딸기, 요구르트, 레몬, 허브향을 각각 0.025%가 되도록 첨가하였다.

최종제품 분석

감미료와 향료가 첨가된 유청음료를 시판 유산균 발효음료와 비교, 검토하기 위하여 지방, 단백질, 유당, 회분 및 수분을 각각 Gerber⁽¹⁶⁾, Kjeldahl⁽¹⁶⁾, AOAC⁽¹¹⁾, 건식 회화법⁽¹⁶⁾과 상압 가열건조법⁽¹⁶⁾으로 성분분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

역삼투압을 이용한 농축 유청의 구성성분

역삼투압을 이용하여 생성된 농축유청의 분석결과를 Table 1과 같이 지방, 단백질, 유당과 총고형분 함량 등이 농축배수가 증가함에 따라 각각 증가하였으며 특히 유당함량은 5.33%에서 7.68%, 10.80%와 15.35%로 각각 증가하여 역삼투압을 이용한 농축과정 중 손실이 거의 없었다.

균주 선정

*Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 혼합균주와 *Str. lactis*와 *Str. cremoris* 혼합균주를 각각 유청에 접종하고, 각 혼합균주의 최적조건을 고려하여 42°C 와 28°C 에서 12시간 배양하면서 2시간 간격으로 시료를 채취하여 유당 분해도와 산도를 측정하여, 유당분해도가 크고 산생성력이 좋은 혼합균주를 선정하였다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이, 12시간 배양 후 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 혼합균주는 산도 0.62% 및 pH 3.7로 *Str. lactis*와 *Str. cremoris*의 혼합균주의 산도 0.48% 및 pH 4.3에 비해 효율적이었다.

대두로 제조한 유산균 발효음료의 연구보고에서 Hang과 Jackson은 *Str. thermophilus*가 타균종에 비하여 단시간 내에 산생성 능력이 우수하다고 하였고, 또한, *Str. thermophilus*는 단독으로 성장시킬 때 보다는 *L. bulgaricus*와 함께 성장시킬 때 공생작용에 의하여 균의 증식과 산생성이 빠르다고 하였다⁽¹⁷⁾. 본 실험에서도 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*는 *Str. cremoris*와 *Str. lactis*의 혼합균주에 비하여 산생성이 1.3배 높은 것으로

Table 1. Composition of the whey by reverse osmosis treatment

*LCR of whey	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Total solids (%)
1.0 : 1	0.21	1.17	5.33	7.35
1.5 : 1	0.47	2.12	7.68	10.88
2.0 : 1	0.68	3.08	10.80	15.28
3.0 : 1	2.42	6.38	15.35	20.48

*LCR=lactose concentration ratio

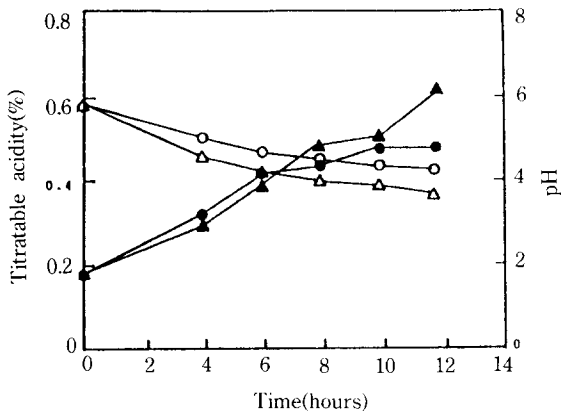


Fig. 1. Change of pH and titratable acidity by different lactic acid bacteria in whey.

Titratable acidity: ●; mesophilic starter, ▲; thermophilic starter

pH: ○; mesophilic starter, △; thermophilic starter

나타났다. 또한 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 혼합균주는 치즈제조시 많이 이용되는 *Str. cremoris*와 *Str. lactis*에 비해 yoghurt 향미를 향상시키고, 유청특유의 향미를 감소시켜 유청음료의 기호성을 높이므로 이들 혼합균주를 본 유청음료의 제조에 이용하였다.

배양온도에 따른 유당분해 효과

선정된 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 혼합균주는 37°C와 42°C의 온도에서 배양하고, 그 유당 가수분해도를 측정하므로써 최적 배양온도를 조사하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 10시간 배양시에 분해율은 37°C, 40°C 및 42°C에서 각각 13.2%, 15%와 19.4%로 나타났고 12시간 배양 후에는 13.5%, 23%와 23%로서 40°C와 42°C에서의 유당분해율이 거의 동일하게 나타났는데 Bautista의 보고⁽²⁰⁾에 따르면 고온성 혼합균주의 최적온도 40°C이므로 유청에서 배양한 고온균도 30~42°C의 온도범위에서 유당분해율이 높은 것으로 나타났다.

유산균 접종량에 따른 효과

유청에 유산균 접종량을 3, 5, 7%와 9%로 다르게 하여

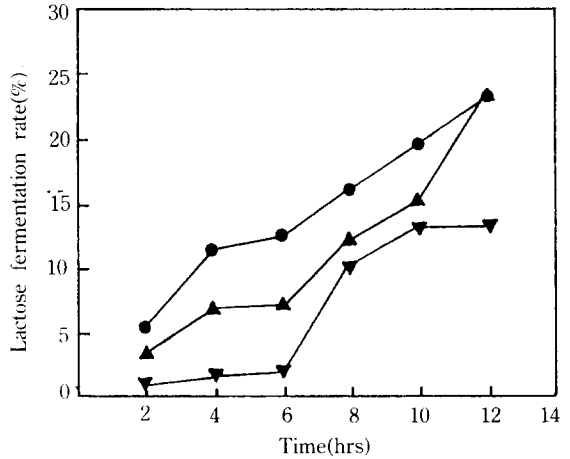


Fig. 2. Effect of incubation temperature on the lactose fermentation by thermophilic starter.

▼; 37°C, ▲; 40°C, ●; 42°C

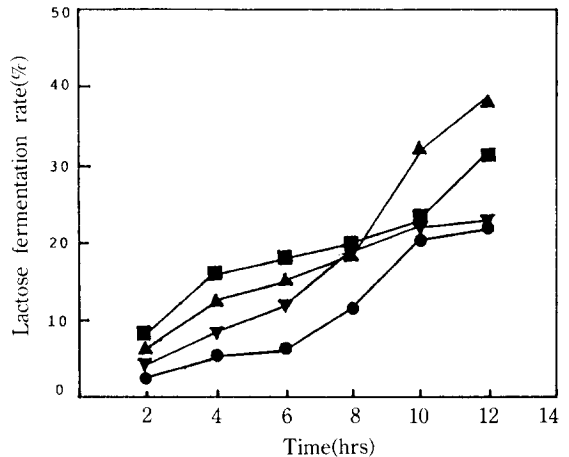


Fig. 3. Effect of starter concentration on the lactose fermentation by thermophilic starter

●; 3%, ▼; 5%, ▲; 7%, ■; 9%

42°C에서 12시간 배양하고 2시간 간격으로 시료를 채취하여 유당분해율을 조사한 결과를 Fig. 3에 표시해 놓았다. 8시간 배양시까지는 유산균 접종량이 증가할수록 유당분해율도 증가하지만 8시간 이후에서는 7%의 접종량이 가장 분해율이 높은 것으로 나타났다. 12시간 배양 후에 3, 5, 7 및 9%의 접종량에 따른 분해율은 각각 22, 23, 32% 및 30%로 7% 접종식 유당분해율이 가장 높았고, 7% 이상의 경우는 그 유당분해율이 감소하는 것으로 나타났다. 이 실험의 결과는 유청내에 유산균이 이용할 영양소 함량은 제한되어 있으므로 접종량이 7% 이상이 되면 오히려 세포증식이 억제되어 유당분해율도 감소된 것으로 추측된다.

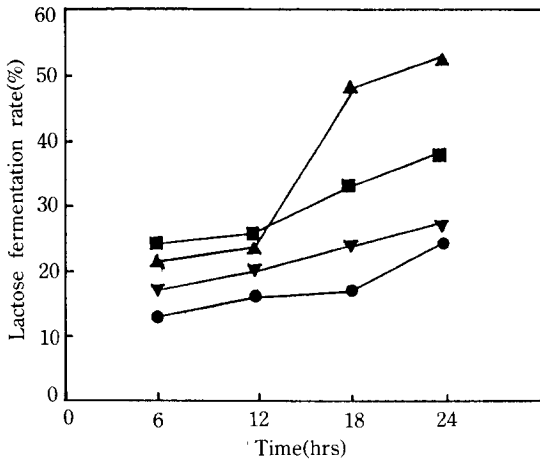


Fig. 4. Effect of lactose fermentation according to lactose concentration

▲; lactose concentration ratio 1.0 : 1, ■; lactose concentration ratio 1.5 : 1; ▼; lactose concentration ratio 2.0 : 1, ●; lactose concentration ratio 3.0 : 1

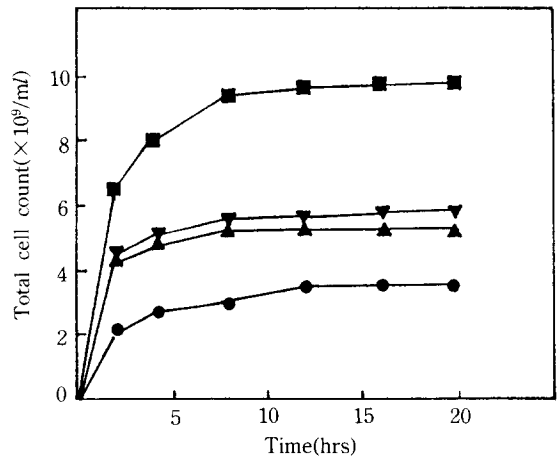


Fig. 5. Change of total cell count according to lactose concentration in whey

●; lactose concentration ratio 1.0 : 1, ▲; lactose concentration ratio 1.5 : 1, ▼; lactose concentration ratio 2.0 : 1, ■; lactose concentration ratio 3.0 : 1

유당 농축효과

Reverse osmosis system을 이용하여 유청의 LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1과 3.0 : 1로 농축된 유청을 24시간 배양하면서 6시간 간격으로 유당분해율을 조사한 결과를 Fig. 4에 표시하였다. 24시간 배양 후에 LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1 및 3.0 : 1 유청의 유당분해율은 각각 52, 38, 27%와 24.3%로서 LCR 1.0 : 1 유청의 분해율이 가장 높은 것으로 나타났다. 유산균이 유당을 분해하기 위하여 생산하는 beta-galactosidase의 가수분해는 mineral, lactose, galactose의 농축이 영향요인으로 작용하므로⁽²²⁾ 본 실험에서도 유산균에 의한 효소가 유당을 분해할 때 유청고형분 농축에 의한 영향 때문에 농축배수가 증가할수록 분해율은 낮아진 것으로 생각된다. 농축 유청을 희석하여 산도가 0.6%에 도달할 때까지의 시간은 LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1과 3.0 : 1의 유청이 각각 8, 12, 18시간과 24시간이 걸렸으며 이때의 유당분해율은 23, 25, 24%와 24%로서 유당분해율이 약 24%일 때 적정 산도가 0.6%에 도달하는 것으로 나타났다.

LCR에 따른 유산균의 생육과 산생성

LCR에 따른 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 혼합균주의 생육곡선, 적정산도 및 pH의 변화는 Fig. 5, 6, 7과 같다. 총균수 및 적정산도는 LCR이 증가할수록 크게 증가하였으나 5시간 이후 pH는 LCR의 증가에 별차이가 없었으며 대략 pH 4.0을 유지하였다. 이는 유청고형분이 농축됨에 따라 단백질 성분으로 인한 완충작용으로 LCR 증가에 따른 적정산도의 증가에도 불구하고 pH 저하는 억제된 것으로 생각된다. 초기의 pH는 LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1, 2.0 : 1 및 3.0 : 1 각각 5.9, 5.8, 5.7과 5.3으로 LCR 3.0 : 1이 가장 낮았으나 24시간 배양 후에는 3.5, 3.7,

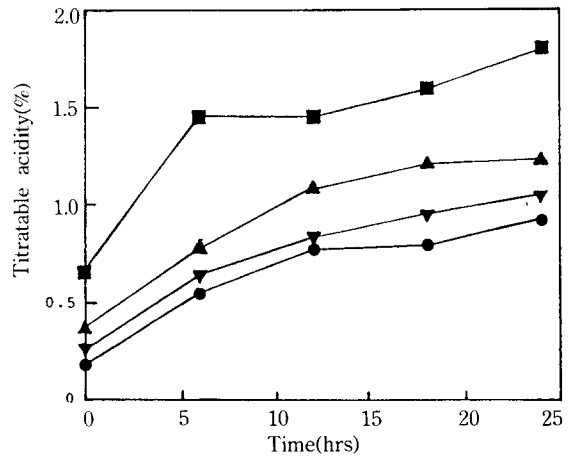


Fig. 6. Change of titratable acidity by thermophilic starter in concentrated whey

●; lactose concentration ratio 1.0 : 1, ▼; lactose concentration ratio 1.5 : 1, ▲; lactose concentration ratio 2.0 : 1, ■; lactose concentration ratio 3.0 : 1

3.8 및 3.9로서 동일한 배양시간에서 원료유청이 가장 pH가 저하되었고 1.5 : 1, 2.0 : 1, 3.0 : 1의 순으로 pH가 낮아졌으며 상대적으로 변화의 폭이 비슷하였다. 이것은 유청의 농축으로 인한 완충효과로 나타난 결과 들이다.

유청음료의 제조와 침전물 형성

유청음료의 산도 및 고형분 함량은 발효유와 유산균 음료의 규격기준⁽¹²⁾에 맞게 원료유청, LCR 1.5 : 1, 2.0 : 1 및 3.0 : 1을 배양시켜 산도가 0.6%와 고형분이 8% 이하가 되게 희석하였다. 이렇게 제조한 유청음료의 원심

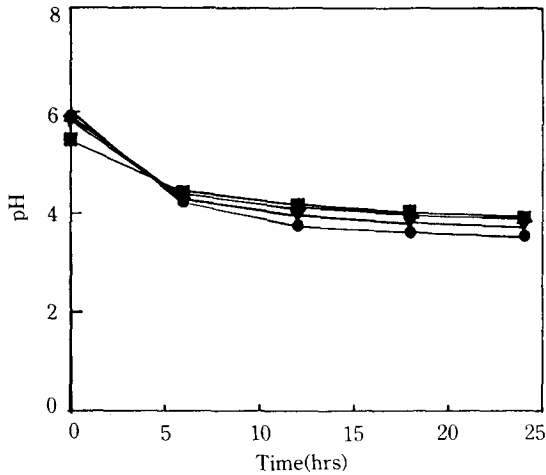


Fig. 7. Change of pH by thermophilic starter in concentrated whey

●; lactose concentration ratio 1.0 : 1, ▼; lactose concentration ratio 1.5 : 1, ▲; lactose concentration ratio 2.0 : 1, ■; lactose concentration ratio 3.0 : 1

Table 2. Effects of lactose concentration ratio(LCR) on the sedimentation and precipitation

Time (hrs)	LCR of whey			
	1.0 : 1	1.5 : 1	2.0 : 1	3.0 : 1
4	+	+	+	-
6	+	+	+	-
12	++	+	+	+
24	++	+	+	+
48	++	+	+	+
72	++	+	+	+

-: Not sedimented and precipitated, +: Below 1.5 cm, ++: Between 1.5 cm and 2.5 cm

침전량과 냉장상태에서의 자연 침전량 연구의 결과는 Table 2와 같다. LCR 3.0 : 1로 제조한 유청음료의 원심침전량은 0.6 cm로서 LCR 1.0 : 1, 1.5 : 1 및 2.0 : 1과 거의 비슷한 것으로 나타났다. 자연침전량에 있어서는 12시간이 경과함에 따라 LCR 2.0 : 1, 1.5 : 1 및 1.0 : 1의 순서로 침전량이 적었고 LCR 3.0 : 1로 제조한 유청음료에서는 침전발생이 거의 없었고 시간이 경과함에 따라 유청분리 현상이 나타났다. Nakanishi에 의하면 원료무지유 고형분을 8.5%에서 12%로 올리면 점도가 1.5배 상승하고 침전율은 32.4%에서 13%로 낮아졌다고 하였다⁽²³⁾. 따라서 유청에서도 마찬가지로 유고형분이 농축됨에 따라 점도가 높아지고 결과적으로 침전율도 감소한 것으로 생각된다.

안정제에 의한 침전 억제효과

유산균 발효음료의 경우 단백질 침전을 방지하는 안정제로서 carboxy methyl cellulose(CMC), propylene

Table 3. Effects of propylene glycol alginate on sedimentation or precipitation in lactose concentration ratio (LCR) 1.0 : 1 and 3.0 : 1 of whey

Time(hrs)	LCR 1.0 : 1				LCR 3.0 : 1			
	Propylene glycol alginate(%)							
	0.0	0.1	0.5	0.9	0.0	0.1	0.5	0.9
4	+	+++	-	-	-	-	-	-
6	+	+++	-	-	-	-	-	-
12	+	+++	-	-	+	-	-	-
24	++	+++	-	-	+	-	-	-
48	++	+++	-	-	+	-	-	-
72	++	+++	-	-	+	-	-	-

-: Not sedimented and precipitated, +: Below 1.5 cm, ++: Between 1.5 cm and 2.5 cm, +++: Between 2.5 cm and 3.5 cm

Table 4. Effects of carboxymethyl cellulose on sedimentation or precipitation in lactose concentration ratio (LCR) 1.0 : 1 and 3.0 : 1 of whey

Time(hrs)	LCR 1.0 : 1				LCR 3.0 : 1			
	Cachoxymethyl cellulose(%)							
	0.0	0.1	0.5	0.9	0.0	0.1	0.5	0.9
4	+	+++	-	-	-	-	-	-
6	+	+++	-	-	-	-	-	-
12	+	+++	-	-	+	+	-	-
24	++	+++	+	-	+	++	-	-
48	++	+++	+	-	+	++	+	-
72	++	+++	+	-	+	++	+	-

-: Not sedimented and precipitated, +: Below 1.5 cm, ++: Between 1.5 cm and 2.5 cm, +++: Between 2.5 cm and 3.5 cm

glycol alginate(PGA) 등이 이용되고 있으나 점차적으로 천연안정제인 low methoxyl pectin(LMP) 등의 사용이 증가하고 있다. 유청음료에 유산균을 첨가하고 배양이 진행됨에 따라 침전이 서서히 생겨서 제품의 품질을 저하시키는 요인이 되고 있다. 따라서 Table 3에서 보는 바와 같이 실험에서 얻은 결과들로부터 침전이 가장 많은 원료유청과 침전은 발생하지 않았으나 유청분리 현상이 일어난 LCR 3.0 : 1을 선택하여 안정제에 의한 침전억제 효과를 관찰하였다. Table 3에서 원료유청에서는 안정제를 첨가하지 않은 경우에 12시간까지는 약간의 침전이 발생하였고 24시간부터는 많은 침전이 발생하여 더 이상 침전의 양은 증가하지 않고 침전현상이 일어났다. 여기에 PGA를 0.1% 첨가의 경우는 4시간이 경과하였을 때 PGA의 첨가가 없는 원료유청보다 오히려 더 많은 침전이 발생하여 낮은 농도에서는 오히려 침전이 촉진되었다. PGA 0.5% 이상의 농도에서부터는 침전의 억제효과가 나타나서 72시간 경과하여도 침전은 발생하지 않았다. LCR 3.0 : 1에서는 PGA 0.1%에도 상층분리가 전혀

Table 5. Effects of low methoxyl pectin on sedimentation or precipitation in lactose concentration ratio (LCR) 1.0 : 1 and 3.0 : 1 of whey

Time(hrs)	LCR 1.0 : 1				LCR 3.0 : 1			
	Low methoxyl pectin(%)							
	0.0	0.1	0.5	0.9	0.0	0.1	0.5	0.9
4	+	+++	-	-	-	-	-	-
6	+	+++	-	-	-	-	-	-
12	+	+++	-	-	+	-	-	-
24	++	+++	-	-	+	-	-	-
48	++	+++	+	-	+	-	-	-
72	++	+++	+	-	+	-	-	-

- : Not sedimented and precipitated. + : Below 1.5 cm, ++ : Between 1.5 cm and 2.5 cm, +++ : Between 2.5 cm and 3.5 cm

발생하지 않았다. 본 실험에서의 PGA에 의한 침전억제 농도는 우리나라 유산균 음료에 함유된 PGA의 농도 0.15~0.4% 범위에 속하는 것으로 나타났다. Table 4는 CMC에 의한 침전 억제효과를 보여주고 있다. LCR 1.0 : 1에서는 0.5% 이상에서 침전 억제효과가 있었으며 LCR 3.0 : 1에서는 0.1%와 0.5%는 12시간 또는 48시간이 경과하자 상층이 분리되어 컸으며 0.7% 이상의 농도에서는 72시간이 경과하여도 상층분리가 전혀 발생하지 않았다.

우리나라 유산균 음료의 일부분은 안정제가 전혀 첨가되지 않은 제품도 있었으나 CMC는 0.2~1.0%를 함유하고 있으며 본 실험결과 유청 발효음료에서도 CMC 0.5% 이상의 농도에서 억제효과가 있었으므로 유산균 음료의 CMC 첨가범위에 있는 것으로 생각된다. Table 5는 LMP에 의한 효과로서 원료유청은 0.5%에서부터 침전 억제효과가 나타나고 0.9%에서는 침전이 전혀 발생하지 않았다. LCR 3.0 : 1에서는 0.1%에서도 전혀 상층분리가 발생하지 않았다. LMP는 LCR 1.0 : 1에서는 PGA 보다 높은 농도가 필요하며 CMC에 비해 침전 억제효과가 큰 것으로 나타났다. 위의 결과들로부터 PGA에 의한 침전 억제효과가 가장 좋은 것으로 나타났다.

유청음료의 제조 및 감미료와 향료의 기호성 검사

위의 결과들로부터 starter의 증식도 잘되고 유청음료 제조시 침전의 발생도 없는 LCR 3.0 : 1을 선택하여 유청음료를 제조하고 적당한 향료 선택 시험을 하였다. 네 가지 향료(strawberry, yoghurt, lemon, herb)를 첨가하고 순위시험을 한 결과로서 yoghurt향이 3.0 : 1 유청음료에 가장 적합한 것으로 나타났는데 이는 고온균이 생성한 yoghurt 향과 첨가된 yoghurt 향이 잘 어울려서 기호성 검사결과 가장 어울리는 향으로 생각된다. 본 실험실의 연구원을 대상으로한 예비 실험결과 원료유청에서는 5%의 sugar를 기준으로 sugar 3% & glucose 3%, aspartame 0.025% 및 aspartame 0.034%의 기호도를

Table 6. The sensory evaluation for the sweetener by the scoring test

Type of sweetener	Total score	Average score	*F value
A: Aspartame	11	1.83	23.48
B: Sugar	17	2.83	
C: Sugar + Glucose	19	3.17	
D: Invert sugar	27	4.5	

*F value exceeds 1% level, Grade: 1; very good, 2; good, 3; medium, 4; poor, 5; very poor

조사하였는데 sugar 3% & glucose 3%, aspartame 0.034%, sugar 5%, aspartame 0.025%의 순서로 기호도가 좋게 나타났고 LCR 3.0 : 1로 제조한 유청음료에서는 0.034%의 aspartame이 가장 기호도가 큰 것으로 나타났다 (Table 6). 이 실험에서 1% 수준에서 유의차가 있으므로 Duncan's 다범위 검정을 통하여 A는 B, C, D와 유의차가 있고 B, C 사이에는 유의차가 없으며 B, C와 D도 유의차가 있는 것으로 나타났다. 따라서 평균점수로 미루어 A가 가장 적당한 감미료로 나타났고 B, C는 차이가 없으며 D가 가장 부적합한 것으로 나타났다.

최종제품의 분석

최종제품의 성분분석은 고형분 함량을 7.5%가 되도록 회석하였을 때 단백질 0.75%, 지방질 0.4%, 유당 3.55%, 회분이 0.25%로 나타났고 수분함량은 92.5%이고 총고형분은 7.5%였다. pH는 4.09로서 시판 유산균 음료의 평균 pH의 범위인 3.7보다 높게 나타났다.

요 약

치즈 제조시 생기는 유청을 reverse osmosis를 이용하여 농축한 후, 이로부터 유청음료를 제조하기 위한 최적조건을 조사하였다. 유당 가수분해도와 산생성은 *Str. thermophilus*와 *L. bulgaricus*의 혼합균주가 *Str. cremoris*와 *Str. lactis*의 혼합균주에 비해 효율적이었다. 유청의 유당농축비율(LCR)이 증가할수록 적정산도는 증가하였으나 pH의 저하는 억제되었다. 원심침전량을 조사한 결과 LCR에 관련없이 모두 비슷한 수준이었으나 자연침전량의 경우 LCR 3.0 : 1은 침전이 거의 없었다. 안정제로서는 PGA가 가장 적합하였으며 LCR 3.0 : 1의 경우 0.1% 이하의 농도에서도 침전을 방지할 수 있었다. 감미료로는 aspartame, 향료로는 yoghurt향이 가장 적합하였다.

감사의 말

이 연구는 1989년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

1. Holsinger, V.H., Posati, L.P. and Devilbiss, E.D.: Whey everages: A review. *J. Dairy Sci.*, **57**, 8(1974)
2. Anon: Rivella-A new form of whey utilization. *Dairy Ind.*, **25**, 113(1960)
3. Keay: Whey powder, *Food Mfr.*, **46**, 36(1971)
4. Marinskii, A.M. and Khramtsov, A.C.: Whey and it's uses. *Moloch. Prom.*, **29**, 32(1968)
5. Pien, J.: Beverages made from milk and products. *Ind. Aliment. Agr.*, **87**, 595(1970)
6. Webb, B.H.: Recycling whey for profitable uses. *Amer. Dairy Rev.*, **34**, 32A(1972)
7. Anderson, R.F.: Whey problems of the cheese industry. In *Proceedings of the whey utilization conferance*. USDAARS, p.24(1970)
8. Delaney, R.A.M. and Donnelly, J.K.: Application of reverse osmosis in the dairy industry. In *Reverse Osmosis and Synthetic Membranes: Theory Technology and Engineering*. Sourirajan, S.(ed.) Ottawa, Can. Natl. Res. Counc. Can., p.417(1977)
9. McDonough, F.E. and Mattingly, W.A.: Pilot plane concentration of cheese whey by RO. *Food Technol.*, **24**, 194(1970)
10. Nickerson, T.A., Vujcic, I.F. and Lin, A.Y.: Colorimetric estimation of lactose and it's hydrolytic products. *J. Dairy Sci.*, **59**, 3(1975)
11. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.(1984)
12. 보건사회부 : 식품 및 첨가물 규격기준, p.40(1977)
13. 강국희, 이철남 : 유산균 음료의 유단백질 침전에 관한 연구. 한국 응용미생물학회지, **12**, 2(1984)
14. 장건형 : 식품의 기호성과 관능검사. 개문사, p.167(1982)
15. 채수규, 이상건 : 관능검사법에 따른 식품의 품질평가에 관한 연구. 한국식품과학회지, **14**, 3(1982)
16. Gary, H. and Richardson, P.D.: Standard methods for the examination of dairy product, 15th ed.(1988)
17. 이신구 : 우유 및 유제품 검사. 선진문화사, p.54(1986)
18. Leliever, J. and Lawrence, R.C.: Manufacture of cheese from concentrated by ultrafiltration. *J. Dairy Res.*, **55**, 456(1988)
19. Hang, Y.D. and Jackerson, H.: *Food Technol.*, **21**, 97(1967)
20. Bautista, E.E., Dahiga, R.S. and Spec, M.L.: Identification of compounds causing symbiotic growth of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in milk. *J. Dairy Res.* **33**, 299(1966)
21. 강국희, 김우호, 김종우, 김종형, 김창한, 이택주, 정기철, 한문희 : 낙농 미생물학. 선진문화사, p.352(1989)
22. Chiu, C.P. and Kosikowski, F.V.: Hydrolyzed lactose syrup from concentrated sweet whey permeates. *J. Dairy Sci.*, **67**, 16(1984)
23. Nakanishi, T. and Atsuo, Y.: Effect of conditions manufactured on quality of soured milk beverages. *Jap. Dairy Sci.*, **15**, 104(1969)

(1991년 5월 24일 접수)