

## 유청 및 두유의 공동침전에 의해 제조된 치즈의 특성

金正煥·李炯周

서울대학교 식품공학과

## Characteristics of Cheese Manufactured by Coprecipitation of Whey and Soy Milk

Jeong-Hwan Kim and Hyong-Joo Lee

Department of Food Science and Technology, Seoul National University, Suwon

### Abstract

As a way of improving the texture and flavor of soybean cheese, whey-soy cheeses were made by coprecipitation of various mixtures of whey, whey powder, soy milk and soy protein powder, and mixed culture of *str. lactis*, *str. cremoris* and rennet were added, then the cheeses were cured at 15°C for up to 10 weeks. Physicochemical characteristics of the cheese were investigated by analyzing pH, titratable acidity(TA), water soluble nitrogen, 10% TCA soluble nitrogen, amino acid composition, beany flavor, color and hardness. The pH of whey-soy cheeses during ripening changed from 5.3 to 4.2 after 5 or 6 weeks and maintained that value while that of soybean cheese maintained a higher pH value. TA of whey-soy milk cheeses was gradually increased to the value of 0.4-0.45 after 8 weeks, but that of soybean cheese reached only 0.2 after the same period. Water soluble and 10% TCA soluble-nitrogen increased steadily during ripening. Hardness of the whey-soy milk cheeses reached maximum after three weeks of ripening and greatest at those made from 3:1 mixture of whey and soy milk and that from soymilk. Color of the whey-soy milk cheeses was lighter than that of soybean cheese. The beany flavor of soybean cheese was strong and persistent for the whole ripening period. Acid flavor was dominant in the whey-soy milk cheese and masked the beany flavor partially.

### 서 론

대두는 50년대 이래 그 영양적 가치와 함께 경제적 중요성이 인식되면서 중요한 식량자원으로 각광을 받고 있으며 특히 양질의 식물성 단백식품으로 개발도상국 및 후진국에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 새로운 대두 이용방안의 하나로서 두유를 원료로 한 치즈 유사제품에 관한 연구가 진행되어 오고 있는 바 이는 두유의 영양가나 기타 성질이 우유와 비슷하고<sup>(1)</sup> 가격은 우유에 비해 저렴하다는 점에 착안된 것이다.<sup>(2)</sup> Kenkyusho는 *Streptococcus faecalis*를 이용하여 casein, glucose, 식물성 유지등을 첨가한 두유에서 치즈를 얻었고 Hang과 Jackson은 *Str. thermophilus*를 두유에 접종시켜 유산발효에 의해 커드를 얻고 20°C에서 63일간 숙성시키면서 그 변화를 관찰하였다.<sup>(3,4)</sup> Obara는 두유에서 커드를 얻는 방법으로 유산발효대신  $\text{CaSO}_4$ 를 0.03~0.04 N되게 두유에 첨가하였고 얻

어진 커드에 단백 분해 효소와 *Str. lactis*와 *Str. cremoris*의 1:1 배양액을 접종하고 17.5°C에서 3주간 숙성시킨 결과 양질의 치즈를 얻었다고 보고하였다.<sup>(5)</sup> Abou El-Ella는 calcium lactate를 사용해서 경질치즈인 Ras의 대용품을 제조하였다.<sup>(5)</sup> 그러나 이런 방법에 의해 제조된 대두치즈는 풍미나 조직, 색 등의 품질면에서 결점이 많아 본격적인 이용에 큰 제약을 받고 있다.<sup>(6,7)</sup> Schroder와 Jackson은 이 같은 문제점을 개선하기 위해서 두유에 탈지우유분말을 제조 중량의 0~75%되게 첨가하여 치즈를 제조하였으나 치즈의 풍미나 조직을 크게 개선시키지 못했다.<sup>(8)</sup> Abou El-Ella는 두유와 우유의 비율을 1:1, 1:2, 1:3이 되게 섞은 후 치즈를 제조한 결과 우유의 첨가 비율이 높을수록 치즈의 품질이 개선됨을 보고했으나<sup>(5)</sup> 이경우 우유를 다량 첨가하면 제조비용이 증가하여 원래의 의도와 상치되는 결점이 있다. 한편 우유에서 치즈 제조시 부산물로 얻게되는 유

청에는 다량의 유당과 양질의 유청 단백질이 함유되어 있다.<sup>(9)</sup> 최근 Thompson, Rham, Hidalgo 등은 각기 유청 단백질과 대두 또는 면실 단백질을 pH조정, 가열, 가염등의 처리에 의해 공동침전시킴으로 이들 식물성 단백질들의 영양가를 높인바 있다.<sup>(10~12)</sup> 이 방법을 이용하면 우유나 탈지분유 대신 쉽게 얻을 수 있는 유청을 두유에 첨가하고 단백질을 공동침전시킴으로써 치즈를 제조할 수 있다. 본 실험에서는 대두치즈의 풍미와 조직개선의 목적으로 유청 및 유청분말의 사용 가능성을 조사해 보기 위해서 여러가지 비율로 유청과 두유 그리고 유청분말 수용액과 두유를 혼합시킨 후 가열, 가염 및 pH조정을 통해 공동침전시켜 치즈를 제조하고 15°C에서 10주간 숙성시키면서 특성을 조사하여 몇 가지 결과를 얻었으므로 이에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 재료

유청, 두유는 앞의 실험에서와<sup>(13)</sup> 같은 방법으로 준비하였다. 탈염유청분말은 화란 Domo사 제품을, 대두단백분말은 미국 Purina사 제품인 Supro 630을 구입 사용하였다. 응유효소는 Chris Hansen제의 분상 rennet을 사용하였으며 rennet 1g을 NaCl 7g과 함께 중류수 100ml에 녹여서 사용하였다. 각종 시약은 G.R. 또는 E.P. 등급의 것을 정제하지 않고 사용하였다. 응고제로는 CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O 특급 시약을 사용하였다. 유산균으로는 앞의 실험에서 적합한 것으로 밖혀진 *Str. lactis*와 *Str. cremoris*의 1:1 혼합배양을 사용하였다.

### 유청 및 두유 단백질 공동침전조건

위 등<sup>(14)</sup>이 제시한 최적조건에서 행하였다. 다만 유청과 두유의 pH를 혼합전에 5.3으로 조정한 다음 혼합하고 가열하여 80°C에 이르렀을 때 CaCl<sub>2</sub>를 0.025 N이 되게 첨가하고 20분간 방치하여 공동침전이 일어나게 하였다.

### 치즈 제조방법

공동침전에 의해 얻어진 커드를 치즈틀에 넣어 순물을 분리하고 4시간 동안 예비암착시킨 후, 유산균, 레닛 및 NaCl을 가한 뒤 다시 하룻밤 암착하여 치즈를 얻었다. 이 치즈를 paraffin으로 피복하고 15°C 배양 기에서 10주동안 숙성시키면서 변화를 관찰하였다.

유청과 두유의 혼합량은 얻어지는 커드량이 300~400

g이 되게 조절하였으며 스타터와 레닛의 양은 커드 중량에 따라 예비 실험을 통해 결정된 양을, NaCl은 커드중량의 1%에 해당하는 양을 건염으로서 첨가하였다. 탈염유청분말(DWP)을 사용할 경우에는 DWP 237g을 중류수에 녹여 1l가 되게 함으로써 단백질 함량이 3%가 된 것을 두유와 1:1(v/v)로 섞은 후 공동침전시켰다. 분리대두단백(ISP)의 경우에는 지방함량이 적어서 ISP만을 활용시켜 유청과 혼합할 경우 숙성시 풍미생성등에 문제가 있으므로 유청 1l당 ISP 237g씩 녹여서 단백질 함량이 3%가 되게 한 후 두유와 1:1로 혼합하여 공동침전시켰다. 유청과 두유의 혼합량 및 유산균과 레닛의 첨가량은 표 1에 나타내었다.

### pH 및 적정산도

숙성 중 1주 간격으로 치즈 5g을 유발에 취하고 끓여 식힌 중류수 15ml를 가해 마쇄하고 1109×g에서 10분간 원심분리한 후 여과지(whatman No.1)로 여과하여 얻은 여액의 pH를 측정하였다. 적정산도는 위 여액의 일부를 취하여 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N NaOH로 적정하여 계산하였다.

### 수용성질소 및 10%Trichloracetic acid(TCA) 가용성질소함량

치즈 2.5g을 유발에 취한 후 중류수 18ml를 가해서 마쇄하였다. 마쇄후 혼탁액을 2시간 교반하고 1109×g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 여과(whatman No.1)하였고 침전물은 중류수로 3회 세척하여 상등액과 같이 여과하였다. 얻은 여액을 25ml로 하고 이 중 1ml를 취해 MicroKjeldahl법으로 수용성 질소함량을 구한 후 치즈의 총질소함량에 대한 백분비(%)로 나타내었다. 위 여액 18g을 취하고 여기에 TCA 2g을 가한 후 하룻밤 방지하고 여과하여 여액을 25ml로 한 뒤 이중 25ml를 질소정량하여 10%TCA가용성질소함량을 구한 뒤 총질소에 대한 백분비(%)로 표시하였다.

### 생균수 측정

치즈 1g을 멸균유발에서 멸균수 9.5ml, sodium citrate 0.2g을 가해 마쇄하여 10배로 회석된 시료를 얻은 뒤 표준평판배양법<sup>(15)</sup>에 의해 생균수를 측정하였다.

### 치즈의 경도

치즈의 경도는 숙성 중 1주, 3주, 6주, 8주에 시

Table 1. Composition of mixtures used to make various whey-soy cheeses

Cheeses	Whey (ℓ)	Soy milk (ℓ)	Starter (mL)	Rennet solution(1%)		NaCl (g)
				ripening at 15°C	ripening at 8°C	
Soy cheese	—	3.0	24.0	8.0	12.0	4.0
3:1 cheese	4.5	1.5	18.0	6.0	9.0	3.0
2:1 cheese	4.0	2.0	21.6	7.2	10.8	3.6
1:1 cheese	2.0	2.0	18.6	6.2	9.3	3.1
DWP cheese	1.5	1.5*	20.4	6.8	10.2	3.4
ISP cheese	1.5	1.5**	19.2	6.4	9.6	3.2

\*DWP solution: 237g of whey powder was dissolved in water and then volume of solution was adjusted to 1 ℓ.

\*\*ISP solution: 27g of ISP was dissolved in 1 ℓ of whey.

표일부를 취해 Instron을 사용해서 측정하였다.<sup>(16,17)</sup>

조건은 Load cell의 하중이 2 kg, probe의 직경이 5 mm였으며, 경도는 치즈표면에서 1, 1.5 및 2 cm되는 세점을 probe가 관통시 probe에 걸리는 평균 힘 (kg)으로 나타내었다.

#### 치즈의 일반성분

숙성이 완료된 치즈의 성분 분석은 다음과 같이 행하였다. 조단백질은 MicroKjeldahl법으로 측정했으며 질소계수는 대두단백질 6.25, 유청단백질은 6.38, 그리고 유청-두유 혼합물을 혼합비율에 따라 조정하였다. 조지방은 석유에 테르를 이용한 Soxhlet법<sup>(16)</sup>으로, 수분은 100°C 오븐에서 24 시간 건조 후 무게 감소로 측정하였다. 회분은 550~600°C 전기로에서 연소시킨 후 무게를 측정하여 구하였다. 아미노산 분석은 자동 분석기(Hitachi, Model KLA-5)를 사용하여 6 N 염산 가수분해법으로 행하였고 cysteine과 methionine을 측정하기 위해 performic acid 산화법을 사용하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 원료의 조성

본실험에 사용된 두유와 유청, DWP, ISP의 일반조성은 표 2와 같다.

##### 유청-두유치즈의 숙성중 변화

공동침전에 의해 제조한 치즈들을 15°C에서 10주간 숙성시켰을 때의 pH변화는 그림 1에 나타내었다. 두유만으로 제조한 치즈는 전 숙성기간을 통해 pH 5.0 정도를 유지하였으나 공동침전에 의한 치즈들은 숙성 중 pH가 감소하여 5~6 주에 4.2~4.3에 이르렀고 이후에는 별 변동이 없었다. 숙성 중 적정산도의 변화

Table 2. Compositions of milk, whey, DWP and ISP.

Components	Soy milk	Whey	DWP	ISP
	% (W/W)			
Moisture	94.30	94.20	3.66	5.50
Total Solids	5.70	5.80	96.34	94.50
Crude Protein	3.00	0.88	12.49	91.50
Crude Fat	1.30	0.59	0.57	0.50
Reducing Sugar	0.20	3.90	82.53	—
Total Sugar	0.95	3.90	82.53	—
Ash	0.48	0.44	0.75	3.60

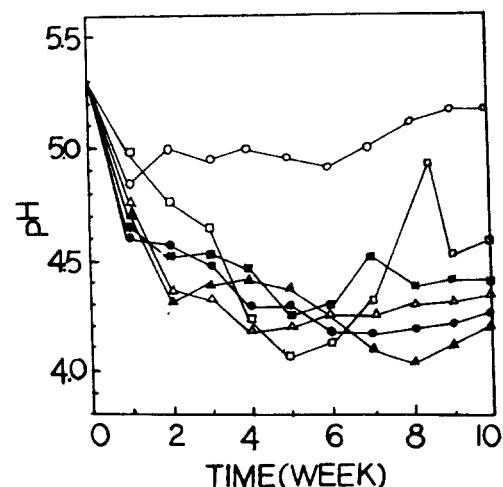


Fig. 1 pH of whey-soy cheeses during ripening

□—□ : ISP ■—■ : 1 : 1 ▲—▲ : DWP  
△—△ : 2 : 1 ○—○ : Soy ○—○ : 3 : 1

는 그림 2와 같다. TA는 숙성중 계속 증가하여 8~10주에 0.4~0.45에 이르므로 산이 계속 생성됨을 알 수 있으며, 변화경향이 pH변화와 일치하는 것을 볼 수 있다. 이상의 pH, TA변화에서 유청의 첨가에 의

해 산생성이 촉진됨을 알수있다.

숙성중 수분함량 변화는 그림 3과 같다. 수분함량은 제조직 후 57~64%에서 10주 후에는 53~58%로 4~6%감소하였는데 치즈제조시 압착정도에 따라 수분 함량은 상당한 차이가 있었다. Hang등이 치즈제조시 수분이 76%에서 9주후엔 67%로 되었다고 보고한 것과<sup>(3)</sup> 비교하면 본실험에서 제조된 치즈들은 압착이 강하게 되었음을 알수있다.

그림 4에는 숙성중 수용성 질소 함량의 변화를, 그림 5.에는 10%TCA 가용성 질소 함량의 변화를 나

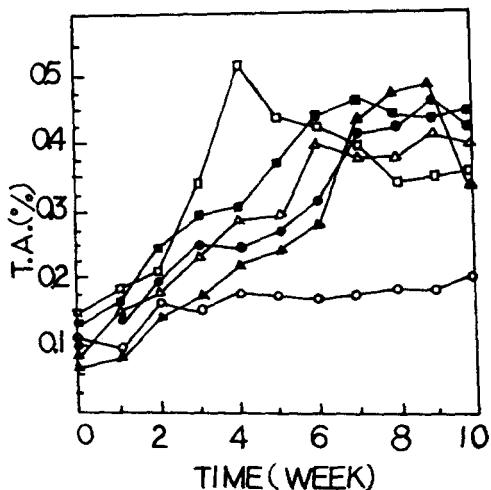


Fig. 2 TA changes of whey-soy cheeses during ripening  
 ●—○: ISP ■—■: 1:1 ▲—▲: DWP  
 △—△: 2:1 ○—○: Soy ○—○: 3:1

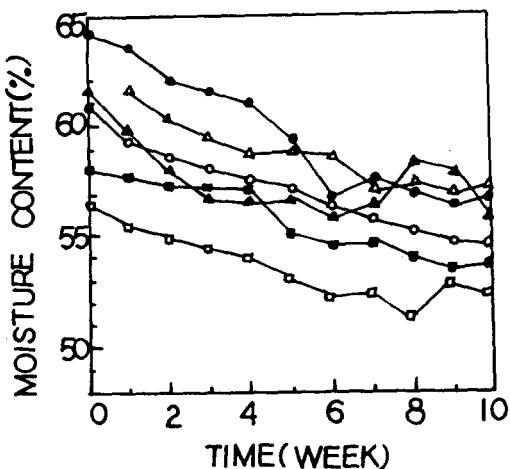


Fig. 3 Changes in moisture content of whey-soy cheeses during ripening at 15°C  
 ●—○: ISP ■—■: 1:1 ▲—▲: DWP  
 △—△: 2:1 ○—○: Soy ○—○: 3:1

타내었다. 숙성이 진행됨에 따라 수용성 질소는 계속 증가하여 ISP치즈의 경우 10주 후에는 총질소의 27%가 수용성 질소로 나타난다. 두유치즈의 경우 25%에 달해 ISP치즈를 제외한 다른 유청·두유 공동침전에 의한 치즈보다 그 함량이 높다. 이것은 두유치즈 제조 직후의 수용성 질소 함량이 타 치즈에 비해 높은 점에 기인하는것으로 생각되며 모든 치즈에서 증가율은 비슷하게 나타나 실제 숙성되는 정도에는 별 차이가 없었다. 두유치즈와 유청·두유치즈의 숙성정도가 비슷

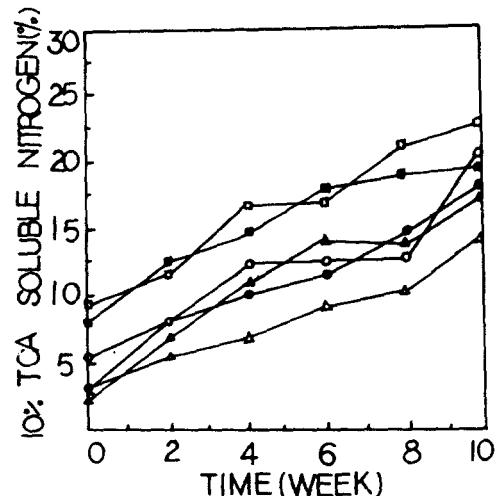


Fig. 4 Changes in water soluble nitrogen content of whey-soy cheeses during ripening  
 ■—■: 1:1 ○—○: 3:1  
 ▲—▲: DWP △—△: 2 ■—○: ISP

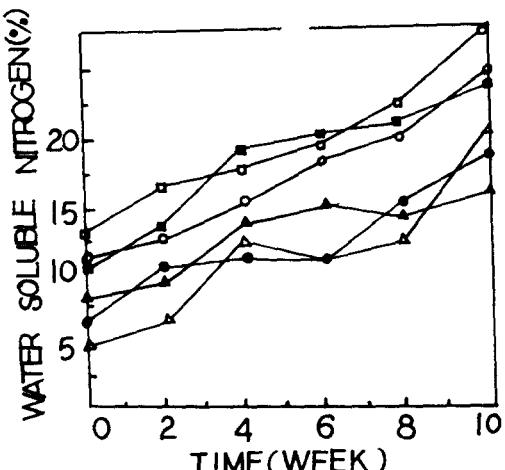


Fig. 5 Changes in 10% TCA soluble nitrogen content of whey-soy cheeses during ripening  
 ■—■: 1:1 ○—○: ISP ▲—▲: DWP  
 △—△: 2:1 ○—○: Soy △—△: 2:1

한 것은 첨가된 유산균의 단백분해능이 작기때문이라 생각된다. 즉 유청에 의해 유산균의 생육은 촉진되어 산은 많이 생성되나 단백분해력이 작은 까닭에 숙성되는 정도는 두유치즈와 비슷하다고 생각된다. Hang과 Jackson이 두유에 *Str. thermophilus*만을 접종하여 제조한 치즈는 20°C에서 9주간 숙성에도 수용성 질소 함량의 변화가 없으나 레닛을 더 첨가한 치즈에서는 수용성 질소 함량이 현저히 증가하였다는 보고도 있다. (<sup>10</sup>) 10%TCA가용성 질소는 수용성 질소와 마찬가지로 숙성중 계속 증가하여 10주후에는 총질소의 15~20%를 차지하고 있다. 이는 레닛이나 기타 단백분해효소에 의한 분해 결과 비단백질질소가 증가함을 나타낸다.

숙성중 생균수의 변화는 그림 6과 같다. 제조직후 치즈 1g당 10<sup>9</sup>에서 10주후에는 약 10<sup>7</sup>으로 감소하고 있다.

8°C에서 숙성시킨 치즈의 숙성 1, 3, 6, 8주에서의 경도를 측정한 결과는 표 3에 나타내었다. 3:1, 2:1, 1:1 및 두유치즈의 경우 숙성 3주째에 최

고치에 도달하고 이후에는 감소하나 ISP, DWP치즈의 경우에는 계속 증가하고 있음을 보여준다. 3:1, 2:1, 1:1 치즈의 경우 유청의 양이 많을수록 경도는 증가하나 두유치즈와 큰 차이는 없었다. 결착력(cohesiveness)분석에서는 모든 치즈가 결착력이 부족한 것으로 나타났는데 이것은 치즈제조공정 때문이라 생각된다. 즉 커드를 예비압착한 후 유산균과 레닛을 첨가하는 과정에서 이미 형성된 조직을 깨뜨리고 다시 본 압착을 하는데 이 때문에 치즈의 결착력이 저하되었으리라 생각된다. 보다 결착력이 좋은 제품을 얻기 위해서는 유청-두유 치즈의 제조방법을 개선해야 할 것이다.

#### 치즈의 일반분석 및 특성

10주간 숙성이 완료된 치즈의 성분 분석결과는 표 4와 같다. 수분함량이 숙성이 완료된 직후에 비해 다소 높아진 것은 저장중 흡습이 있었기 때문이다. 단백질 함량은 ISP, SOY, DWP, 1:1, 2:1, 3:1 치즈의 순이었고 ISP치즈의 경우에는 ISP첨가에 의해, DWP치즈는 환원유청의 단백질 함량을 두유와 같은 정도로 높인 결과 단백질 함량이 높게 나타났다.

숙성 2주째에 치즈의 아미노산 조성을 분석한 결과는 표 5에 나타나 있다. 유황 함유 아미노산인 methionine의 함량을 보면 두유만으로 제조한 치즈와 1:1 치즈의 차이는 크지않으나 3:1 치즈의 경우 두유치즈와 비교시 약 50%의 강화효과를 보여주고 있다. Methionine의 보족효과를 갖는 cysteine을 합쳐 계산할 경우 두유치즈에 대해 3:1 치즈는 45%, DWP치즈는 약 70%의 강화효과를 보여주고있다.

치즈의 색은 유청의 첨가량이 많을수록 밝은 색을 나타내었으며 두유치즈의 경우 가장 어두운 색을 띠었다. 이것은 Thompson이 유청과 대두단백질을 공동침전시킨 결과 대두단백질만을 침전시킨 경우에 비해 밝은 색의 커드를 얻었다는 보고와 일치된다. (<sup>10</sup>) 유청의 첨가에 의해 두유치즈의 색을 회색 하는 것은 외관개선의 한방법이라 할수있다. 두유치즈의 경우 숙성의 전 기간을 통해서 대두 특유의 비린내를 느낄수 있었으나 유청·두유치즈의 경우에는 유청에 의한 산취

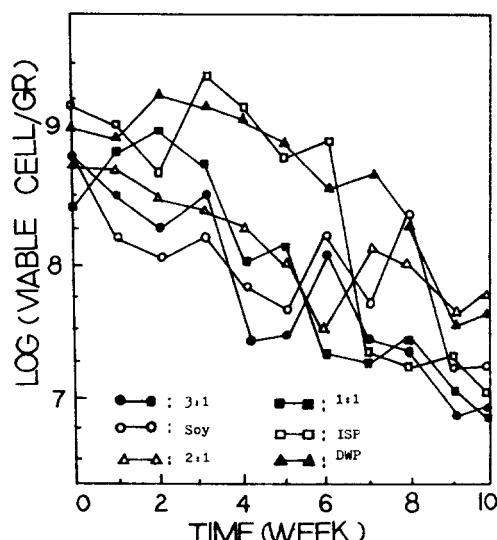


Fig. 6 Changes of viable cell count in whey-soy cheeses during ripening at 15°C

Table 3. Hardness of whey-soy cheeses during ripening at 8°C

Cheese Time(wk)	3:1	2:1	1:1	Soy	DWP	ISP
Kg						
1	0.7267	0.6080	0.4867	0.7100	0.6673	0.7146
3	0.9550	0.8560	0.5940	0.8940	0.8610	0.8450
6	0.8960	0.7720	0.5813	0.8460	0.8887	0.9250
8	0.8860	0.8270	0.5630	0.8270	0.9287	0.9817

Table 4. Composition of whey-soy cheeses

Components	Soy	3:1	2:1	1:1	DWP	ISP
Moisture	58.39	62.24	60.38	56.44	62.85	54.18
Crude Protein	26.43	21.22	24.90	25.10	26.29	31.38
Crude Fat	10.33	10.87	10.15	11.16	7.10	9.58
Carbohydrate	2.89	3.42	2.61	4.88	1.92	2.90
Ash	1.96	2.25	1.96	2.42	1.84	1.96

Table 5. Composition of amino acids in whey-soy cheeses

Amino acid	Soy milk 3:1	2:1	1:1	ISP	DWP
(g amino acid/100g protein)					
Lys	7.26	5.95	5.53	5.38	7.51
Thr	3.75	4.82	4.29	3.89	3.91
Val	7.06	8.51	6.72	7.81	6.50
Ile	6.63	7.32	6.19	6.96	4.89
Leu	8.46	10.17	10.13	9.86	9.68
Phe	4.93	4.31	4.48	5.75	5.73
Met	1.95	2.84	2.64	2.12	2.45
Cys	1.89	2.68	2.33	1.77	2.51
Cys+Met	3.84	5.52	4.97	3.89	4.96
His	2.12	2.30	2.26	2.27	2.42
Arg	7.62	4.36	4.96	6.20	6.36
Asp	11.05	12.08	11.47	10.11	11.04
Ser	4.52	5.08	4.84	4.68	4.86
Glu	14.97	11.72	14.70	13.16	12.41
Gly	4.15	3.91	3.94	4.77	3.86
Ala	3.76	4.36	4.21	5.18	5.80
Tyr	3.76	4.09	3.87	4.84	4.28
Total	93.88	94.50	92.56	94.75	94.21
NH <sub>3</sub>	3.30	2.54	2.45	2.24	2.57
					93.53

(acid flavor)로 인해 대두의 비린내가 일부 상쇄되는 효과가 있었고 특히 유청의 첨가량이 많은 치즈에서 현저하였다. DWP 치즈의 경우 비린내보다 자극성의 산취가 지배적이었는데 이는 DWP 속에 존재하는 고농도의 유당이 분해된 결과였다. 유청을 두유에 첨가시킬 때 생기게 되는 산취는 두유의 비린내를 감소시켜 주는 긍정적 효과도 있으나 강한 산취를 내는 부정적 측면도 있어 유청-두유 치즈의 풍미와 숙성중의 풍미 변화에 대해서는 더 많은 연구가 있어야 할 것이다.

## 요 약

대두 치즈의 풍미와 조직을 개선하기 위해서 유청-두유 치즈를 유청, 유청분말, 두유, 분리대두 단백의 여러 가지 혼합물의 공동침전에 의해 제조하고, 유산균과 레닛을 첨가한 뒤 15°C에서 10주 동안 숙성시켰다. 치즈의 물리·화학적 특성은 수소이온농도, 적정산도, 수용성질소, 10%TCA 가용성질소, 아미노산조성, 풍미, 색, 경도등을 분석함으로 조사하였다. 유청-두유 치즈의 pH는 최초 5.3에서 숙성 5~6주에 4.2로 떨어져 이후는 일정하였으나 두유 치즈의 pH는 시종 높은 값을 나타내었다. 유청-두유 치즈의 적정산도는 점차 증가하여 8주 후 0.4~0.45에 달했으나, 두유 치

즈는 숙성이 끝난 뒤에도 0.2에 불과했다. 수용성 및 10%TCA 가용성 질소 함량은 숙성 중 점차 증가하였다. 치즈의 경도는 3:1 치즈와 두유 치즈의 경우가 가장 컷으며 숙성 3주째 최고치를 나타내었다. 두유 치즈에 비해 유청-두유 치즈의 색은 밝았으며 대두 치즈의 비린내는 숙성 전기간을 통해 강렬하였으나 유청-두유 치즈의 경우 산취로 인해 비린내가 부분적으로 상쇄되었다.

## 문 . 현

- Smith A.K. and Circle S.J.: *Soybeans Chemistry and Technology*, Vol. 1, Proteins, Avi, Westport, CT (1978)
- Coppock J.: *J. Amer. oil chemist's Soc.*, **51**, 59A (1974)
- Hang Y.D. and Jackson H.: *Food Technol.*, **21**, 1033 (1967)
- Hang Y.D. and Jackson H.: *Food Technol.*, **21**, 1035 (1967)
- Abou El-Ella W.M.: *J. Food Sci.*, **45**, 1777 (1980)
- Wolf W.F.: *J. Agr. Food Chem.*, **23**, 136 (1975)
- Fujimaki M., Kato H., Arais. and Tamaki E.: *Food Tech.*, **22**, 889 (1968)
- Schroder D.J. and Jackson H.: *J. Food Sci.*, **36**, 22 (1971)
- Kosikowski F.V.: *J. Dairy Sci.*, **62**, 1149 (1979)
- Thompson L.U.: *J. Food Sci.*, **43**, 790 (1978)
- Rham O.D., Rovaart P.V.D., Bujard E., Mottu F. and Hidalgo J.: *Cereal Chem.*, **54**, 238 (1977)
- Hidalgo J. and Gamper E.: *J. Dairy Sci.*, **60**, 1515 (1977)
- 金正煥, 李炯周: 한국식품과학회지, **16**, 285 (1984)
- 魏在暖, 李炯周: 한국농화회지, **26**, 199 (1983)
- APHA, *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 14ed., Wash., D.C. (1978)
- Lee C.H., Imoto E.M. and Rhac., *J. Food Sci.*, **43**, 1600 (1978)
- Perry C.A. and Carroad P.A.: *J. Food Sci.*, **45**, 798 (1980)
- Osborne D.R. and Voogt P.: *The Analysis of Nutrients in Foods*, Academic Press, New York (1981)