

## Ultrafiltration을 이용한 Gouda Cheese의 제조

이용림 · 김상필 · 박희경 · 허태련\*  
인하대학교 공과대학 생물공학과

### Manufacture of Gouda Cheese from the Concentrated Milk by the Use of Ultrafiltration

Lee, Yong-Lim, Sang-Pil Kim, Hee-Kyung Park and Tae-Ryeon Heo\*  
Department of Biotechnology, Inha university Incheon 402-751, Korea

**Abstract** — In this study we compared traditional cheesemaking process with the process utilizing ultrafiltration(UF) system. The whole milk retentates were prepared by ultrafiltration to volume concentration ratio(VCR) of 2.00:1, 2.25:1 and 2.50:1. Along with the untreated whole milk, there were studies in terms of the change of pH, titratable acidity and Soxhlet-Henkel(°SH) value by mesophilic lactic starter and curd formation by rennet during Gouda cheese manufacture. Due to the increase of buffering effect titratable acidity and °SH value increased with the higher concentration ratio. When inoculated with the same volume of mesophilic lactic starter, less pH change occurred in UF retentates than in control milk. When added 0.0025% rennet, UF retentates coagulated 16~17 minutes earlier than the control milk. Gouda cheese yield from raw milk and UF retentates was 12.5~13.1% equally, but yield efficiency of UF retentate cheese was slightly higher than that of the raw milk cheese. Quantity of whey from retentate cheese was inversely related to VCR. But whey from retentate cheese contained higher percentage of major components than that from control milk cheese. In early ripening, the concentrations of lactose and soluble nitrogen compound were higher in retentate cheeses. Lactose content of control milk cheese was 3.49% and that of 2.00:1, 2.25:1, 2.50:1 VCR retentate was 3.77%, 4.89%, 7.03%, respectively. Thus, the more concentrated cheese contained a higher amount of lactose and all the lactose was hydrolyzed during 35-day ripening period. Soluble nitrogen compound of control milk cheese was 1.22% and that of UF cheeses was 1.82~2.06%. After 20-day ripening, soluble nitrogen compound increased sharply in UF cheese.

우유를 한외여과막(ultrafiltration) 장치로 처리하면 수분, 유당, 수용성염등 분자량이 작은 물질은 반투막을 통과하여 투과액(permeate)로 분리되며 지방, 단백질, 불용성염과, 세균등은 농축액(retentate)으로 나뉘어 분리된다. 농축액은 반투막의 크기에 따라 원하는 정도 또는 농축액의 수용성 구성성분이 더 이상 반투막을 통과하지 않을 때까지 농축이 가능하다(1-3). 한외여과막(UF)은 유청으로부터 단백질을 분리하는 방법으로서 낙농업에 처음 소개되었으며(3), 1969년 프랑스의 과학자 Maubois와 Mocquot 등이 최초로 UF를 이용한 연속적 치즈제조공정을 고안하여 5배 또는 그 이상 농축한 우유를 이용한 치즈제조가

알려지게 되었다(1, 4-6).

Maubois 등의 연속적 치즈제조(M.M.V. precheese) 개념은 Covacevich와 Kosikowski에 의해 체다 치즈 및 모짜렐라 치즈제조에 적용되었으며 이들 과학자들에 의하면 UF를 이용한 일반적인 잇점은 치즈수율 증가에 있다고 보고하였다(5). UF에 의한 우유의 농축은 연질치즈 제조시 최종제품의 총고형분까지 농축할 수 있으므로 유청을 배출할 필요가 없게 된다(1). 반면에 반경질 및 경질치즈 제조에서는 UF에 의한 1차 농축에 이어 가온과정에서 커드로부터 유청배출공정이 필요하다. UF에 의한 우유의 농축배수가 높아질 수록 커드의 응고가 빨라지며 조직이 조밀해지고 응유효소 렌넷의 절감효과도 있으나 반경질 및 경질 치즈 제조시 유청배출에 따른 단백질과 지방의 손실로 연질치즈에 비해 상대적으로 수율은 크게 증가하지

**Key words:** Ultrafiltration, gouda cheese, retentate, lactose content

\*Corresponding author

않는다(1). 또한 경질치즈 제조에 있어서는 UF 처리에 의한 농축유의 성분변화로 장기간의 숙성중에 이상이 발생할 위험이 있으며(1, 4), 우유의 총고형분만을 농축하는 역삼투 여과(Reverse Osmosis)와는 달리 UF는 지방, 단백질과 불용성염을 선택적으로 농축할 수 있어 치즈의 구성분과 품질조절이 더욱 용이하다(2, 3, 7, 8).

현재까지 UF치즈 제조는 모짜렐라 치즈와 체다치즈 제조에 적용되어 연구되어졌으며(3-5, 9) 또한 최종제품의 총고형분 함량까지 농축시킨 UF 농축유를 이용해서 Camembert 치즈가 제조되고 있다(2, 7). 그 이외에 전유 또는 탈지유에 UF 농축유를 첨가하여 고형분함량을 증가시킨 원료유를 이용한 치즈 제조도 연구되었다(10, 11). 치즈 제조시 수율의 증가와 렌넷의 절감은 경제적인 측면에서 매우 중요한 문제이다.

본 연구에서는 UF 농축 정도에 따른 스타터 첨가시 pH, 적정산도, Soxhlet-Henkel( $^{\circ}$ SH) 값의 변화와 응유효소 렌넷의 첨가량 및 응고시간 변화에 대해 알아보고 UF 농축유를 이용하여 Gouda치즈 제조시 치즈수율과 유청으로의 손실 그리고 숙성중 유당과 수용성 질소화합물의 변화에 관한 검토를 연구목적으로 하였다.

## 재료 및 방법

### UF 농축유 제조

한외여과막(Ultrafiltration) 장치는 덴마크 DDS-DIVISION 사의 Mini-Lab 20 system을 이용하였다. 이를 사용하여 원유를 50 $^{\circ}$ C 로 가온하여 2.00 : 1, 2.25 : 1과 2.50 : 1 volume concentration ratio(VCR)로 농축하였으며 반투막의 면적은 0.108 m<sup>2</sup>, 유입압력은 5 bar, 유출압력은 4.2 bar, 컷오프(cut off) 분자량은 6,000이었다. 원료유는 인천시내 근교에 있는 목장으로부터 원유를 구입하여 치즈제조 적합성검사와 성분검사를 실시한 후 실험에 사용하였다. 원료유의 적정산도는 AOAC(12)방법에 따라 측정하였고 메칠렌블루 환원실험(13), 항생물질잔존검사(Triphenyltetrazolium chloride Test)(13)과 알콜시험(13)을 시행하였다. pH 측정은 독일 SCHOTT GERAETE사의 pH-meter CG809를 이용하였다. 또한 치즈적부검사는 ETH방법(14)에 따라 실시하였다. 그리고 원료유의 지방, 단백질과 유당함량 분석은 MILKO SCAN(104 A/B)으로 하였으며 총고형분은 상압가열건조법으로 측정하였다. MILKO SCAN(104 A/B)의 표준화는 지방은 Gerber법(13), 단백질은 Kjeldahl법(13) 그리고 유당은 Iodinethiosulfate법(15)으로 실시하였으며 원

유 및 농축유, 치즈의 Kjeldahl법에 의한 단백질 분석은 Büchi 342, Dosimat 635, Titroprocessor 636을 이용하였다.

### UF농축유에 스타터 첨가

원유(1.00 : 1)와 VCR 농축유에 스타터 2%를 첨가한 후 32 $^{\circ}$ C 에서 배양하면서 1시간 간격으로 4시간 동안 pH, 적정산도와 Soxhlet-Henkel( $^{\circ}$ SH) 값을 측정하였다. 스타터(starter)는 CHR. Hansen's Laboratory의 냉동건조제품인 중온균(*Str. cremoris* and *Str. lactis*)을 사용하였으며 멸균된 10% 탈지유에 접종하여 계대 배양한 다음 실험에 사용하였다.

### UF 농축유에 렌넷 첨가량

원유(1.00 : 1)와 VCR 농축유를 32 $^{\circ}$ C 로 가온하여 2%의 스타터를 접종한 다음 1시간 후 렌넷을 첨가하여 커드형성 시간을 측정하였고 스타터 2%를 접종한 다음 1시간 후 렌넷양에 차이를 두고 첨가하였을 때의 커드형성 시간을 측정함으로써 농축 정도에 따른 렌넷 소요량 및 절약효과를 조사하였다. 응유효소는 CHR. Hansen's Laboratory의 냉동건조형태의 렌넷(rennet)을 사용하기 직전에 용액으로 만들어 사용하였다.

### 점도 측정 및 균질도 검사

시료 500 ml를 비이커에 담아 로터(rotor) No.1을 사용하여 60 rpm에서 측정하였으며 점도 측정기는 일본 TOKYO KEIKI 사의 MODEL BM viscometer를 이용하였다. 균질도 검사는 원유(1.00 : 1) 및 VCR 농축유를 용기에 넣어 48시간 동안 4 $^{\circ}$ C 에서 냉장보관한 후 상층 및 하층에서 각각 시료를 취해 지방함량 검사를 실시하여 그 차이로 나타내었다.

### 치즈 제조, 수율 및 성분검사

원유(1.00 : 1)와 VCR 농축유를 이용한 치즈제조는 Kosikowski(3)의 Gouda치즈 제조방법에 따라 실시하였다. 치즈 제조 1일후 원료유에 대한 치즈의 무게 비로서 수율을 측정하였고 숙성 30일 후에 지방, 단백질, 유당과 수분등의 성분을 분석하였다.

### 치즈 제조과정 중 pH 및 적정산도의 변화

원유(1.00 : 1)와 각 UF 농축유로 치즈제조 과정 중에 원료유 및 커드절단 후 유청을 취하여 pH 및 적정산도를 각각 pH 측정기와 AOAC(12)법으로 측정하였다.

**숙성 중 유당 및 수용성 질소화합물의 변화**

치즈제조 후 1일부터 30일까지 5~10일 간격으로 유당 및 수용성 질소 화합물의 변화를 각각 Munson-Walker법(13)과 Kjeldahl법(3)에 의해 측정하였다.

**결과 및 고찰**

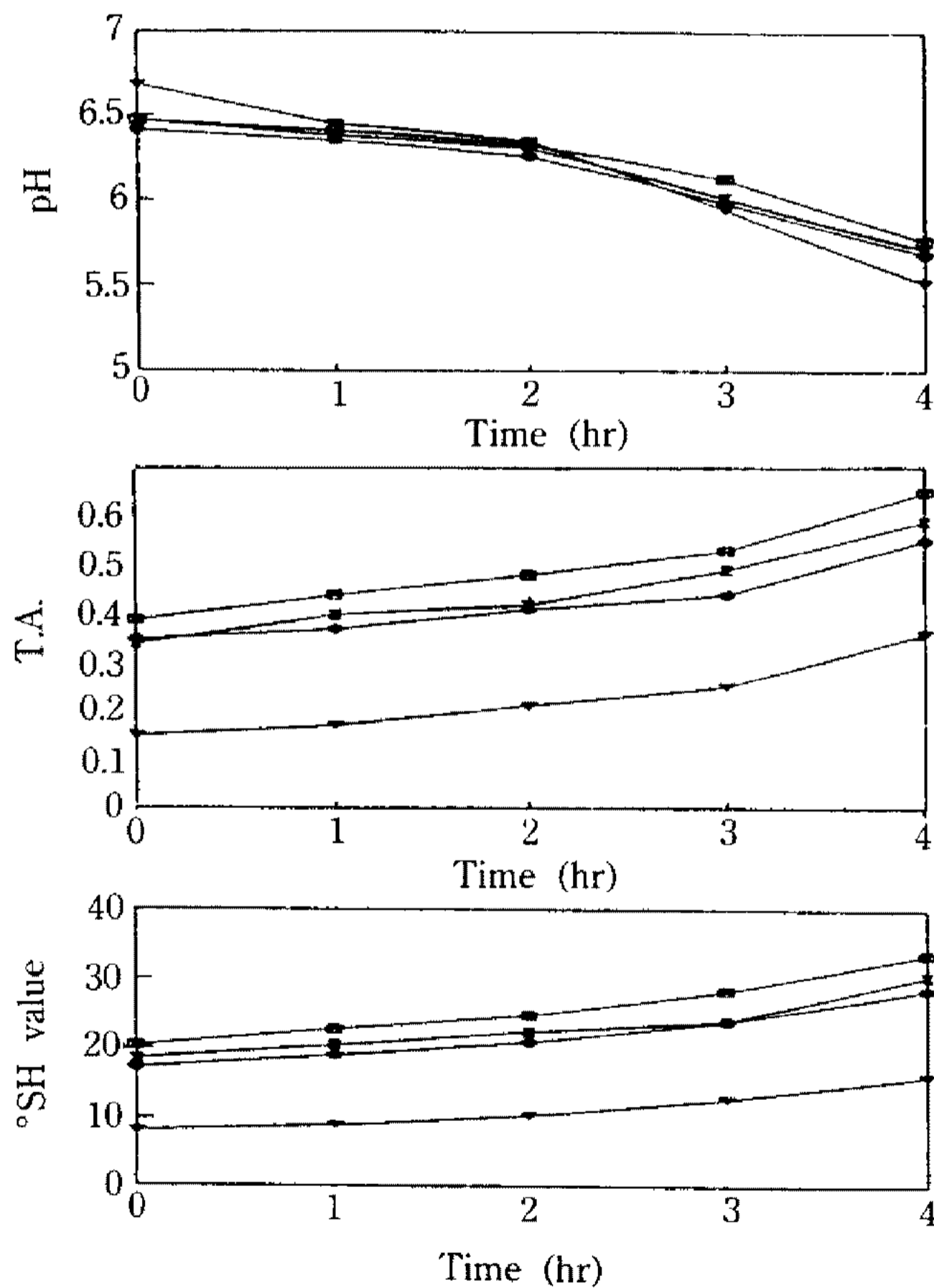
**농축유의 pH 변화**

UF 농축유에 스타터 첨가 후 경과 시간에 따른 pH, 적정산도와 °SH 값의 변화는 Fig. 1과 같이 나타났다. 초기 pH는 2.00 : 1, 2.25 : 1과 2.50 : 1 VCR 농축유가 각각 pH 6.41, 6.47, 6.47로 원유(1.00 : 1) pH 6.67보다 낮았다. 그러나 4시간 배양 후에는 원유는 pH 5.50 까지 떨어졌으나 2.00 : 1, 2.25 : 1, 2.50 : 1 VCR 농축유는 pH 5.68, 5.69, 5.73으로 동일한 배양시간임에도 불구하고 원유보다 pH가 약간 높게 나타났으며 상대적으로 변화가 적었다. 이러한 UF 농축유의 완충효과 증가에 대한 것은 다음과 같은 실험결과에서도

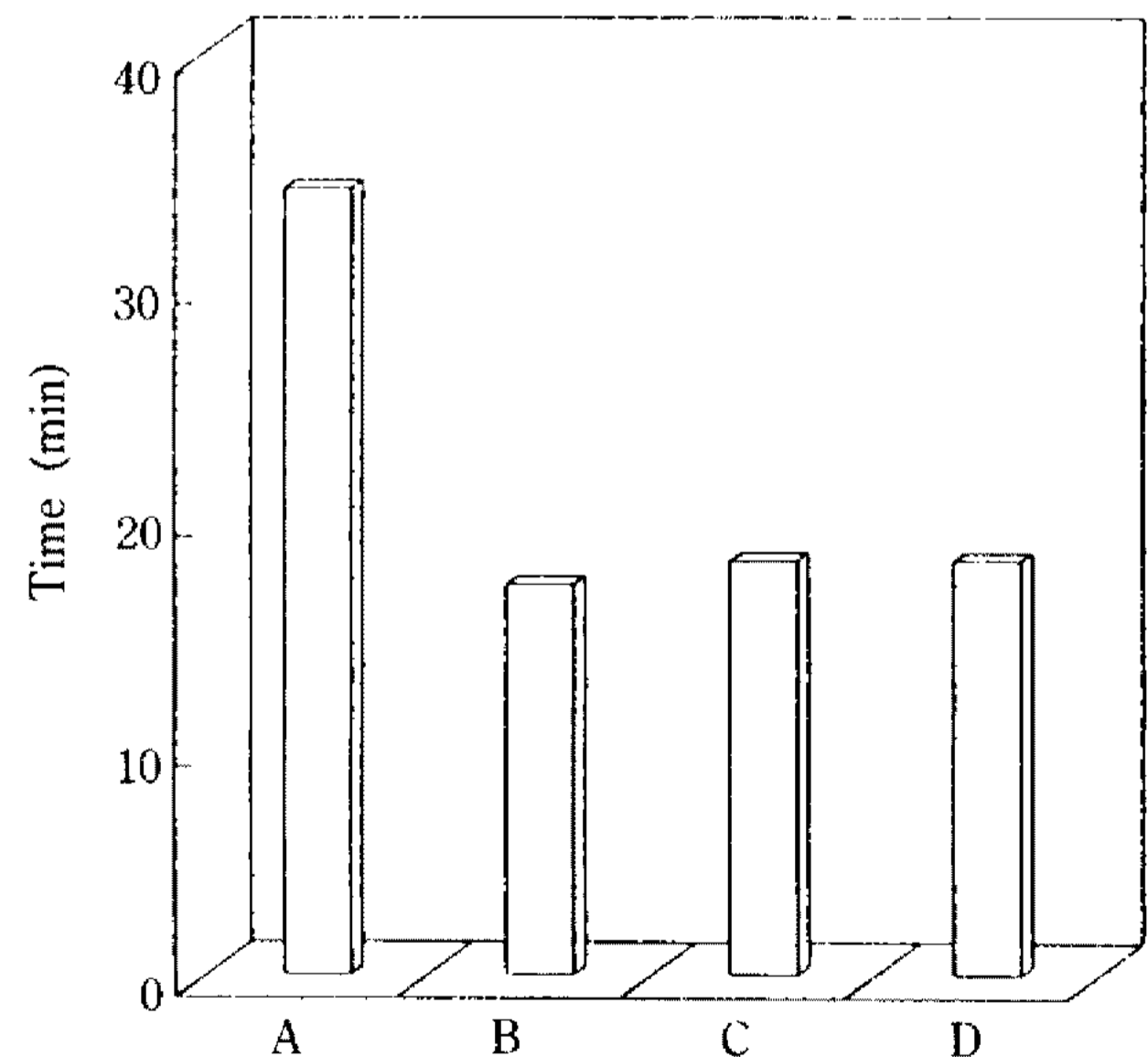
잘 나타나 있다. 즉, 적정산도 및 °SH 값은 원유, UF 농축유 모두 변화의 경향은 유사하나 원유보다 UF 농축유가 높게 나타났으며 UF 농축유 중에서도 2.00 : 1 VCR 농축유보다 2.50 : 1 VCR 농축유가 더 높았다. 농축정도가 높을 수록 적정산도와 °SH 값이 높아졌으며 이는 농축에 의한 결과라고 생각된다. 우유를 UF를 통해 농축하게 되면 단백질, 칼슘과 인의 불용성염도 동시에 농축이 되며 완충용적(buffering capacity) 증가를 동반하게 된다(16). 따라서 일반적인 치즈제조 방법과 UF 치즈제조 방법 사이의 기본적인 차이점은 UF 농축유의 단위부피당 완충용적이 크며 그로 인하여 상대적으로 많은 양의 乳酸이 있어야 pH 변화를 관찰할 수 있다(4, 16). Covacevich 등(16)도 UF 농축에 의한 총고형분의 증가와 함께 완충용적이 비례적으로 증가함을 보여 주었다. 그러므로 UF 치즈제조시에는 좀 더 활력이 좋은 스타터를 첨가하거나 많은 양의 스타터를 첨가함으로써 적절한 산진전 및 pH 감소를 유도하여 원치 않은 세균의 성장을 막도록 해야 한다고 Lelievre 등(4)은 지적하고 있다.

**농축 정도에 의한 커드형성 시간의 차이**

原乳(1.00 : 1) 및 UF를 이용하여 농축한 우유에 렌넷을 첨가하였을 때 원유는 약 33분만에 커드를 형성하였고 2.00 : 1, 2.25 : 1과 2.50 : 1 VCR 농축유는 원유보다 약 16분이 빠른 17~18분 후에 커드가 형성되었다(Fig. 2). 따라서 동량의 렌넷을 첨가하면



**Fig. 1. pH, titratable acidity(T·A) and °SH change in raw milk and ultrafiltration retentates at 32°C during fermentation with mesophilic lactic acid starter. VCR=Volume concentration ratio**  
 -▼- Raw milk, -◆- 2.00:1 VCR retentate, -⊠- 2.25:1 VCR retentate, -□- 2.50:1 VCR retentate



**Fig. 2. Coagulation time of raw milk and ultrafiltration retentates by rennet(0.0025%)**  
 VCR=Volume concentration ratio  
 A: Raw milk, B: 2.00:1 VCR retentate, C: 2.25:1 VCR retentate, D: 2.50:1 VCR retentate

UF 농축유는 원유보다 커드형성 시간이 단축됨을 알 수 있었으며 이는 UF에 의해 커드형성에 직접적으로 관여하고 있는 카제인과 칼슘이온이 농축되어 렌넷의 작용범위가 좁아졌기 때문이라고 생각된다. UF 농축유중에서도 2.00 : 1 VCR 농축유가 2.50 : 1 VCR 농축유에 비해 응고시간이 약간 짧은 것으로 나타났는데 이는 농축정도가 높을수록 점도의 증가(Table 1)로 인한 렌넷의 불균일한 혼합의 결과라고 추측된다.

2.00 : 1, 2.25 : 1과 2.50 : 1 VCR 농축유의 경우 렌넷양에 차이를 두어 각각 첨가하였을 때의 커드형성 시간 및 절감효과를 Table 2에 나타내었다. 원유에 렌넷(역가 32.000 : 1)을 첨가하면 약 30분만에 응고하게 되는데 이를 기준으로 한다면 UF 농축유는 1.13 ~ 1.25 mg/60 ml의 렌넷을 첨가하였을 때에 해당되며 커드형성 시간은 26~32분이었고 이 때의 렌넷절감효과는 2.00 : 1 VCR 농축유가 58.3~62.3%, 2.25 : 1 VCR 농축유는 63.0~66.5%, 2.50 : 1 VCR 농축유는 66.7~69.9%로 나타났다. 그리고 농축정도가 증가할수록 절감효과는 상승하나 커드형성 시간이 늦어지는 경향이 있음을 알 수 있었다.

**원유와 UF 농축유 및 치즈의 성분변화**

치즈제조에 사용된 원유(1.00 : 1)와 VCR 농축유의 성분 조성은 Table 3과 같다. 지방과 단백질은 농축배수만큼 증가하였으나 유당은 농축에 상관없이 원유와 농축유 모두 거의 비슷한 수준으로 나타났다. 30일간 숙성시킨 후 치즈의 성분을 분석한 결과 농축정도가 높을수록 지방, 단백질과 총고형성분 역시 증가하였다(Table 4). 그러나 유당은 원유치즈와 2.00 : 1과 2.25 : 1 VCR 경우는 없었고 농축치즈는 0.25% 존재하였으며 숙성 35일만에 완전히 분해되었다.

**치즈수율과 수율효율(Yield efficiency)**

치즈수율은 UF 농축유를 기준으로 한 것과 농축전의 원유를 기준으로 한 것 두가지로 분리해서 나타냈다(Table 5). UF 농축유를 기준으로 했을 때의 수율은 25.0~29.6%로 원유치즈 13.1%보다 12.16%의 수율증가를 보여 주었으나 2.00 : 1, 2.25 : 1, 2.50 : 1의 비율로 농축하기 위해 사용되어진 원유에 대한 수율은 12.5~12.9%로서 원유치즈와 큰 차이가 없었다. 그러나 UF 농축유 치즈에서 고형분 함량이 높게 나타났듯이 원료유 성분이 치즈로 이행되는 수율효율은 UF 농축유 치즈가 좋게 나타났다. 수율효율은 원료유의 지방, 단백질과 총고형분에 대한 치즈의

**Table 1. Viscosity and homogenization efficiency of raw milk and ultrafiltration retentates**

VCR Retentate	Viscosity	Homogenization efficiency (%)
1.00 : 1	5.3	68.00
2.00 : 1	7.2	17.64
2.25 : 1	8.2	5.48
2.50 : 1	13.2	6.75

VCR = Volume concentration ratio

**Table 3. Composition of raw milk and ultrafiltration retentates**

VCR Retentate	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Total solid(%)
1.00 : 1	3.80	3.23	4.82	12.54
2.00 : 1	7.41	6.37	4.89	19.42
2.25 : 1	8.31	7.14	4.81	21.03
2.50 : 1	9.54	8.05	4.81	23.16

VCR = Volume concentration ratio.

**Table 2. Coagulation time of ultrafiltration retentates at various rennet concentration and economic efficiency**

Rennet (mg/60 ml)		0.75	0.85	1.0	1.13	1.25
Coagulation time* (minutes)	2.00 : 1 VCR R.	+26.6	+13.3	+4.9	-0.3	-4.4
	2.25 : 1 VCR R.	+23.3	+15.9	+7.4	+1.6	-4.2
	2.50 : 1 VCR R.	+26.0	+16.9	+8.0	+2.3	-3.5
Economic efficiency (%)**	2.00 : 1 VCR R.	75.0	71.7	66.7	62.3	58.3
	2.25 : 1 VCR R.	77.8	74.8	70.4	66.5	63.0
	2.50 : 1 VCR R.	80.0	77.3	73.3	69.9	66.7

VCR R. = Volume concentration ratio retentate.

\*Coagulation time of UF retentates was expressed, +, - on the standard of coagulation time of unconcentrated raw milk. Coagulation time of unconcentrated raw milk is 30 minutes when added rennet 1.5 mg/60 ml.

+: exceeding, -: shortening

\*\*Economic efficiency of rennet to unconcentrated raw milk.

**Table 4. Composition of Gouda cheese after 30 days ripening**

VCR Retentate	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Total solid(%)
1.00 : 1	26.14	20.56	0	49.14
2.00 : 1	26.37	20.71	0	49.88
2.25 : 1	27.67	21.56	0	53.03
2.50 : 1	28.40	21.88	0.25	54.10

VCR=Volume concentration ratio.

**Table 5. Yield and yield efficiency of Gouda cheese made from raw milk and ultrafiltration retentates**

VCR Retentate	Yield(%)*		Yield efficiency**		
	A	B	Fat	Protein	Total solid
1.00 : 1	13.1	13.1	3.45	4.06	1.04
2.00 : 1	25.0	12.9	3.37	3.92	1.28
2.25 : 1	26.9	12.5	3.24	3.77	1.28
2.50 : 1	29.6	12.8	3.10	3.68	1.28

VCR=Volume concentration ratio.

\*A: Cheese yield to UF retentate

B: Cheese yield to raw milk before concentrate

\*\*Cheese yield efficiency defined as cheese yield obtained per fat, protein and total solids.

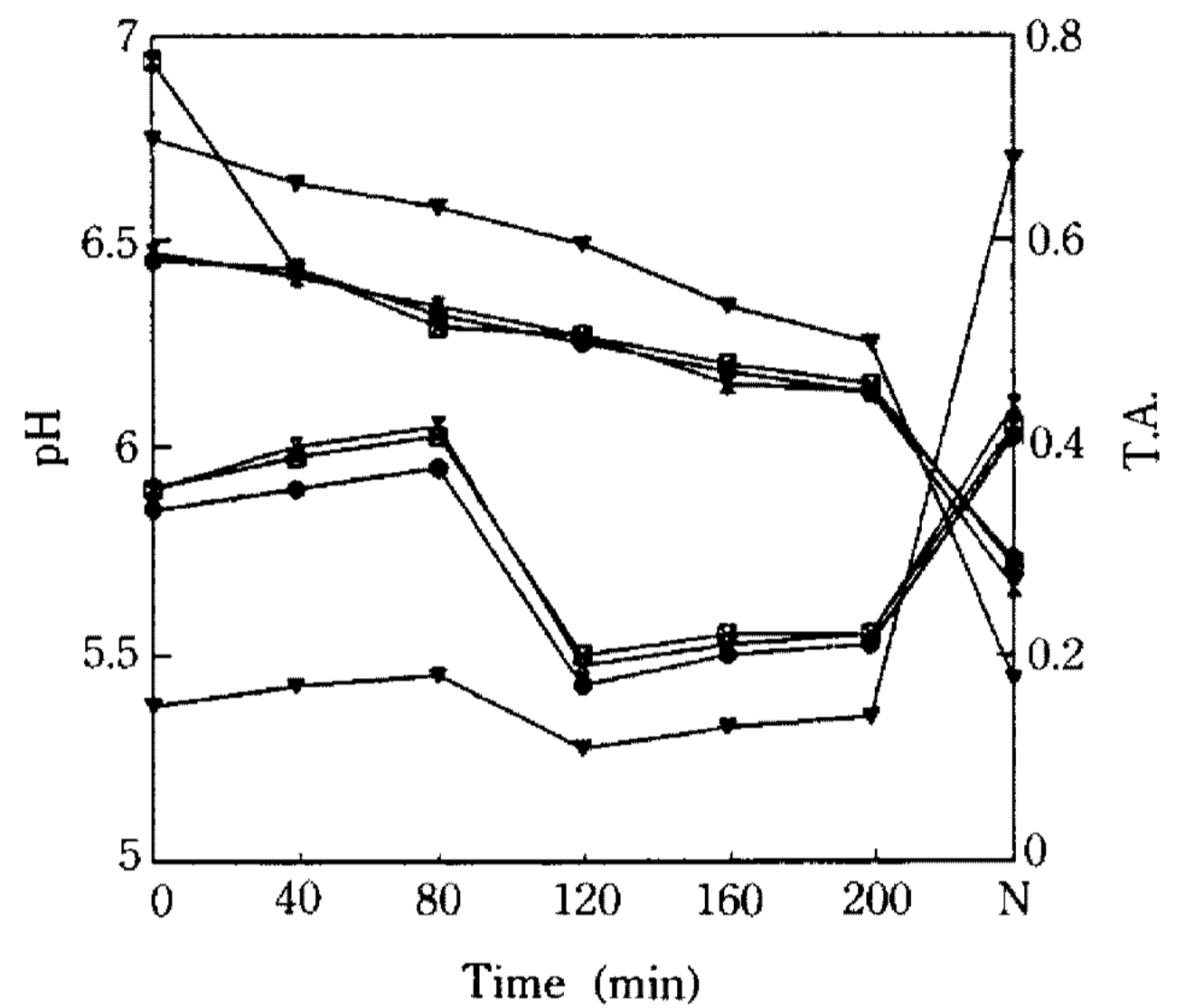
수율로서 나타내었다(Table 5). 총고형분을 기준으로 해서 보면 원유치즈의 경우는 1.04이고 UF 농축유 치즈는 모두 1.28이었다. 그러나 지방과 단백질은 UF농축치즈가 낮았다. 이는 UF 농축치즈가 원유치즈보다 제조과정중에 지방과 단백질의 손실이 많았음에도 불구하고 총고형분에 있어서는 좋은 수율을 보여주고 있다는 것을 의미한다. UF 농축유를 이용한 치즈제조시 커드내에 유청단백질의 잔류로 인해 수율이 증가하게 되며 농축유의 수분함량이 최종치즈의 수분함량에 가까울 수록 그 수율은 커진다(3-5, 7, 9).

치즈제조시 배출되는 유청의 양은 농축정도가 증가할수록 감소하였다. 그리고 UF 농축유 치즈제조시 배출된 유청은 원유로 치즈제조시 배출된 유청보다 주요 구성분의 비율이 높게 나타났다(Table 6). 즉, 2.50 : 1 VCR 농축유 치즈제조시 배출된 유청의 구성분은 지방이 0.78%, 단백질은 2.67%, 총고형분이 10.86%이었으며 원유치즈 제조시 배출된 유청의 구성분은 각각 0.39%, 1.02%, 7.37%이었다. UF 농축유는 커드형성에 직접적으로 관여하는 카제인 분자가 상대적으로 적으므로 커드내 지방의 유입이 적게 된다(4, 5). 또한 Bush 등(5)은 2.00 : 1 VCR 또는 그 이상의 농축유에서 관찰되어진 높은 지방 유실은 가온과정의 교반에 의한 커드 마멸의 결과일 것이라고

**Table 6. Whey draining ratio and components in whey from Goudacheese made control milk and ultrafiltration retentates**

VCR Retentate	Whey draining ratio(%)	Components			
		Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Total solid(%)
1.00 : 1	81.7	0.39	1.02	5.41	7.37
2.00 : 1	60.3	0.59	2.04	6.23	9.51
2.25 : 1	57.7	0.61	2.26	6.35	9.89
2.50 : 1	50.0	0.78	2.67	6.73	10.86

VCR=Volume concentration ratio.



**Fig. 3. Change of pH and titratable acidity during manufacture of gouda cheese from raw milk and ultrafiltration retentates.**

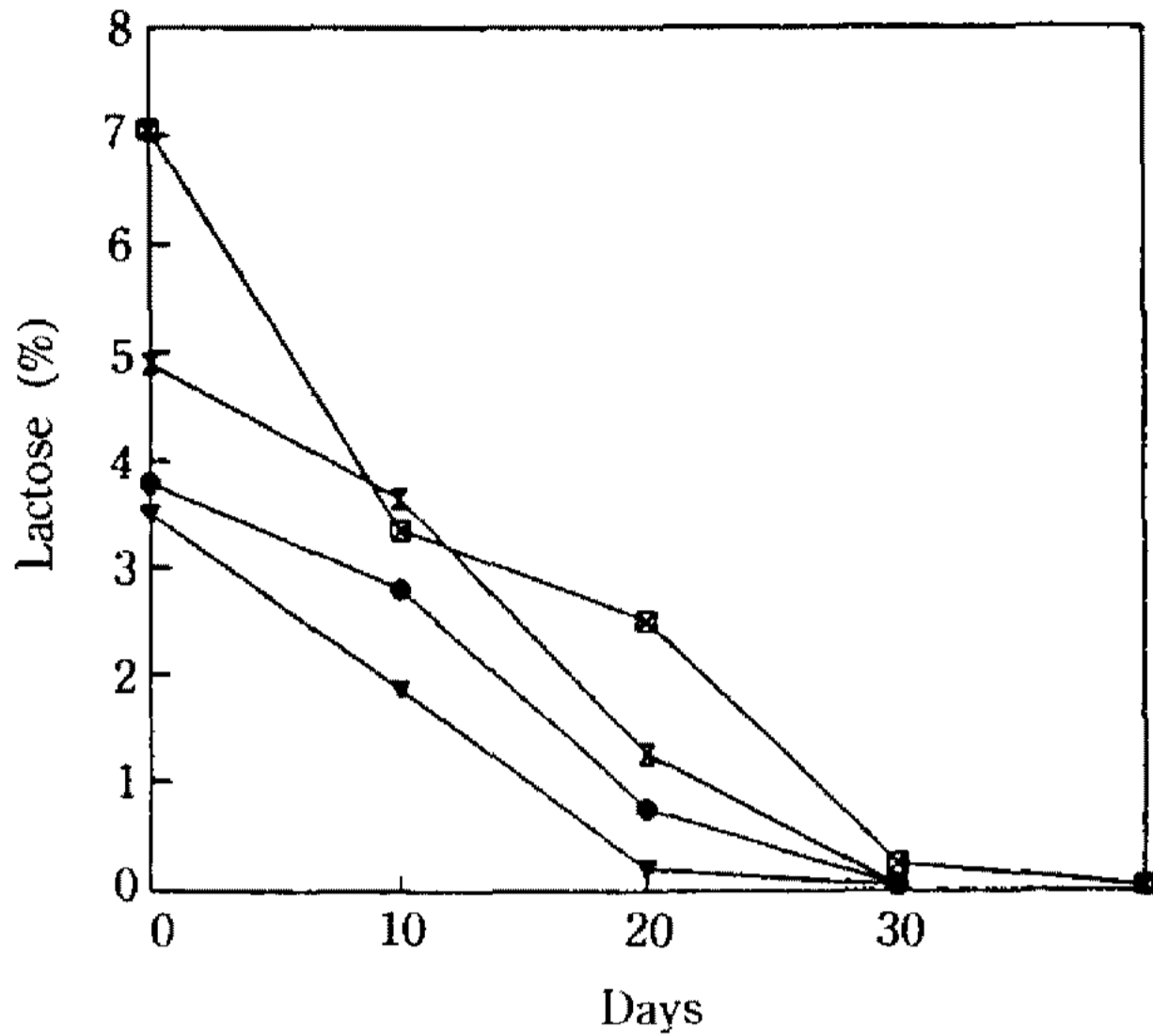
VCR=Volume concentration ratio

—▼— Raw milk, —◆— 2.00:1 VCR retentate, —⋈— 2.25:1 VCR retentate, —□— 2.50:1 VCR retentate, 'N': Green cheese of next day

하였다. 이와같이 UF 농축유를 이용한 치즈제조시 배출되는 유청의 양은 감소하나 지방과 단백질의 유실이 증가하는 결과를 초래하게 된다. 그리고 우유의 UF 처리 동안에 균질의 효과가 나타나며(Table 1) 이로 인한 지방구의 파괴는 지방분해 효소의 영향을 쉽게 받을 수도 있다.

**치즈제조 과정중 pH와 적정산도의 변화**

원유, 2.00 : 1, 2.25 : 1 및 2.50 : 1 VCR 농축유를 이용한 치즈제조 과정중의 원료유와 유청 그리고 제조 다음날의 생치즈의 pH와 적정산도 변화는 Fig. 3과 같이 나타났다. pH의 경우, 원유는 최초에 pH 6.75 로써 UF 농축유의 pH 6.46~6.48보다 높았으나 제조 과정 동안 스타터에 의한 유산생성으로 인하여 다음날

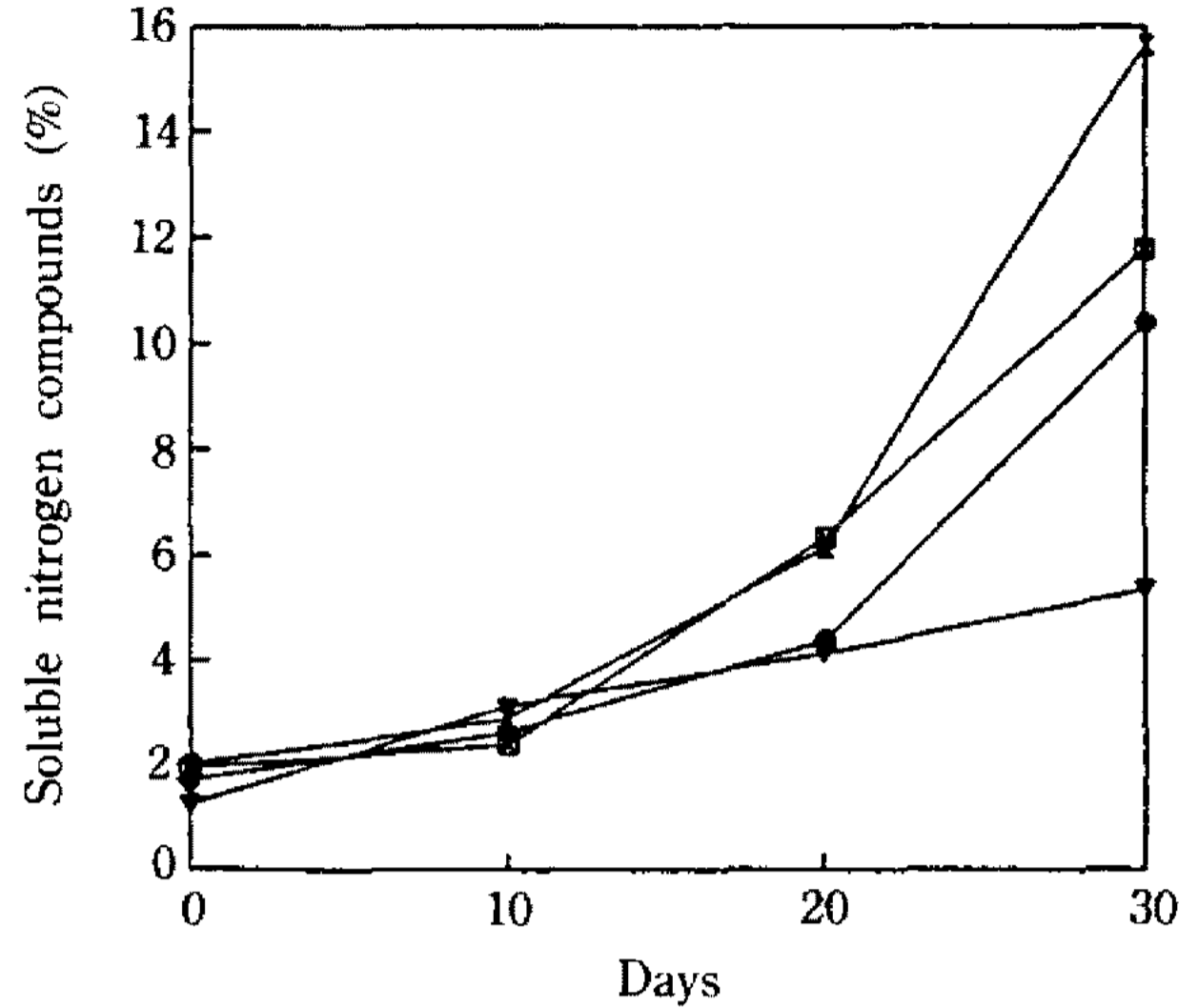


**Fig. 4. Change in lactose in Gouda cheese made by raw milk and ultrafiltration retentates.**  
 VCR=Volume concentration ratio  
 -▼- Raw milk, -◆- 2.00:1 VCR retentate, -⊠- 2.25:1 VCR retentate, -□- 2.50:1 VCR retentate

생치즈에서는 훨씬 낮았다. 또한 적정산도는 원유는 최초 0.15%로서 UF 농축유 0.33~0.35%보다 낮았으나 다음날 생치즈에서는 각각 0.68%, 0.40~0.43%로서 원유 생치즈의 적정산도가 높게 나타났다. 이와 같이 UF 농축유는 스타터 첨가량이 많았음에도 불구하고 pH와 적정산도의 변화폭이 좁다는 것은 완충용적이 그만큼 크다는 결과이었다. Kosikowski 등 (19)은 UF 농축유를 이용한 치즈제조에서 유산발효에 의한 최적 pH를 얻기 위해서는 많은 양의 유산이 필요하며 따라서 치즈제조 시간이 연장된다고 하였다. 그러므로 치즈특성에 맞는 산진전을 위해서는 농축 정도에 따른 스타터 첨가량과 제조시간을 결정해야 한다. 치즈제조중 pH는 일정한 비율로 감소하나 적정산도는 일정하게 증가하지 않는다. 즉 우유의 마지막 산도와 커드 절단 후 유청의 최초 산도 사이에 떨어짐이 있는 것이다. 왜냐하면 우유내 대부분의 단백질이 렌넷에 의해 형성된 커드에 잔류하게 되고 상대적으로 유청은 단백질을 잃어버려 완충용적이 작아지기 때문이다. Fig. 3의 적정산도 변화중 120분경 산도값이 갑자기 떨어지는 것은 바로 이같은 이유 때문이다.

**숙성중 유당과 수용성 질소 화합물의 변화**

원유치즈와 UF 농축유치즈의 숙성기간 동안에 스타터와 렌넷에 의한 유당분해와 수용성 질소화합물의 변화는 Fig. 4 및 5와 같다. 농축정도가 높을수록 많은 양의 유당을 함유하였으므로 2.50 : 1 VCR 농축치즈



**Fig. 5. Change in soluble nitrogen compound in Gouda cheese made by raw milk and ultrafiltration retentates.**  
 VCR=Volume concentration ratio  
 -▼- Raw milk, -◆- 2.00:1 VCR retentate, -⊠- 2.25:1 VCR retentate, -□- 2.50:1 VCR retentate

는 초기유당분해 속도가 다른 것에 비해 빨랐으나 가장 오랜 기간(35일) 동안 유당이 존재하였다. 원유치즈는 30일만에 유당이 모두 분해되었다. 한편, 수용성 질소화합물은 치즈제조 1일 후에는 그 함량이 원유치즈는 1.22%, UF 농축유치즈는 1.82~2.06%로 UF 농축유치즈에서 높게 나타났으며 10일 후에는 원유치즈가 다소 함량이 많았으나 그 후에는 UF 농축유치즈에서 급격히 증가하였다. UF 농축유치즈에서 초기의 수용성 질소화합물 함량이 높은 것은 주로 농축유내에 존재하는 유청단백질의 잔류 때문인 것으로 생각된다. 숙성중에 UF 농축유치즈의 수용성 질소화합물의 증가는 2.00 : 1 농축유 치즈가 1.82%에서 10.40%, 2.25 : 1 VCR 농축유 치즈는 2.06%에서 15.58%, 2.50 : 1 VCR 농축유 치즈가 1.99%에서 11.94%로 나타났으며 30일간의 숙성중에 8.58~13.52%의 증가를 나타냈다. 이와같이 UF 농축유치즈가 원유치즈 4.06%의 증가율보다 높은 이유는 렌넷의 작용 뿐만 아니라 원유치즈보다 상대적으로 훨씬 많은 스타터가 생성하는 단백질분해효소에 의한 것으로 판단된다.

**요 약**

본 연구는 일반적인 고다치즈 제조공정과 한외여과막 장치를 이용한 치즈제조와의 차이점을 비교 실험하였다.

한외여과막을 이용하여 2.00 : 1, 2.25 : 1, 2.50 : 1의 농축비로 농축유를 제조한 후 원유와 함께 중온균

스타터에 의한 pH와 적정산도, °SH값의 변화, 응유 효소에 의한 커드 형성등을 고다치즈 제조과정에서 비교검토하였다.

원유를 농축함에 따라서 완충효과 상승으로 인하여 적정산도와 °SH값이 증가하였다. 동량의 중온균 스타터를 접종하여 동일한 시간 배양하였으나 한외여과막으로 농축한 농축유가 원유보다 pH 변화가 적게 일어났다. 한외여과막 농축유는 원유와 동량의 응유 효소량을 첨가하였을 때 원유보다 커드형성 시간이 16~17분 단축되었다.

고다치즈 수율은 12.5~13.1%로 한외여과 농축유 및 원유 치즈가 거의 비슷한 수준으로 나타났으나 수율효율은 한외여과 농축유 치즈가 약간 높았으나 유청의 주요 구성성분의 함량비율은 농축 정도가 증가할수록 높았다. 치즈 제조중에 배출된 유청의 양은 한외여과 농축과 역관계임이 나타났다. 숙성초기에 유당과 수용성질소 함량은 농축치즈에서 높았다. 원유 치즈의 유당 함량은 3.49%이었고 2.00 : 1, 2.25 : 1 과 2.50 : 1의 농축 비율로 된 농축유는 각각 3.77%, 4.89%와 7.03%이었다. 농축 정도가 높은 치즈일수록 많은 양의 유당을 함유하였고 숙성 35일 이내에 모두 분해되었다. 수용성 질소 화합물은 UF 치즈가 1.82~2.06%로 원유 치즈 1.22%보다 함량이 높았으며 숙성 20일 후 그 양은 급격히 증가하였다.

### 감사의 말

본 연구는 산학협동재단과 인하대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- 김재교. 1989. Ultrafiltration을 이용한 치즈제조. 제 28회 춘계 유가공 세미나. Pp. 77.
- Kosikowski, F.V. 1974. Cheesemaking by ultrafiltration. *J. Dairy Sci.* **57**: 488.
- Kosikowski, F.V. 1977. *Cheese and Fermented Milk Foods*. Pp. 328. 2nd Ed. Edwards Brothers, Inc.
- Lelievre, J. and R.C. Lawrence. 1988. Manufacture of cheese from milk concentrated by ultrafiltration. *J. Dairy Res.* **55**: 465-478.
- Fernandez, A. and F.V. Kosikowski. 1986. Low moisture mozzarella cheese from whole milk retentate of ultrafiltration. *J. Dairy Sci.* **69**: 2011-2017.
- Koning, P.J., R. Boer, P. Both, and Nooy, P.F.C. 1981. Comparison of proteolysis in a low-fat semi-hard type cheese manufacture by standard and by ultrafiltration techniques. *Neth. milk Dairy J.* **35**: 35.
- Maubois, J.L. and Mocquot, G. 1974. Application of membrane ultrafiltration to preparation of various types of cheese. *J. Dairy Sci.* **58**: 1001.
- Garnot, P., T.C. Rank, and N.F. Olson. 1982. Influence of protein and fat contents of ultrafiltered milk on rheological properties of gels formed by chymosin. *J. Dairy Sci.* **65**: 2267.
- Covacevich, H.R. and F.V. Kosikowski. 1978. Mozzarella and cheddar cheese manufacture by ultrafiltration principles. *J. Dairy Sci.* **61**: 701.
- Kosikowski, F.V., R. Masters, and V.V. Mistry. 1985. Cheddar cheese from retentate-supplemented whole milk. *J. Dairy Sci.* **68**: 548-554.
- Kosikowski, F.V., A.R. Masters, and V.V. Mistry. 1985. Cottage cheese from retentate-supplemented skim milk. *J. Dairy Sci.* **68**: 541-547.
- Official Methods of Analysis. Pp. 308. 14th Ed. 1984. Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Richardson, G.H. Ph D. 1985. Standard Methods for the Examination of Dairy Product. Pp. 259. 15th Ed. Port City Press.
- Anleitung zum Praktikum in Chemie der Milch und Milchprodukte. 1966. 6. Semester, 2. AUF. (Gekuert 1976). Labor fuer Milchwissenschaft der ETH, Zurich.
- Aurand, L.W., E. Woods, and M.R. Wells. 1987. Food composition and analysis. Pp. 567. Avi. New York.
- Covacevich, H.R. and F.V. Kosikowski. 1979. Buffer, lactic fermentation and rennet coagulation properties of skim milk retentates produced by ultrafiltration. *J. Dairy Sci.* **62**: 204.
- Fox, P.F. 1987. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Pp. 108 Elsevier Applied Science Publishers LTD.
- Green, M.L. 1985. Effect of milk pretreatment and condition on the properties of cheddar cheese milk concentrated by ultrafiltration. *J. Dairy Res.* **52**: 555.
- Mistry, V.V. and F.V. Kosikowski. 1985. Fermentation of ultrafiltration skim milk retentates with mesophilic lactic starters. *J. Dairy Sci.* **68**: 1613-1617.

(Received December 8, 1993)