

# Cheddar Cheese의 Cholesterol 감소에 관한 연구

A Development of Cholesterol Decrease in Cheddar Cheese

장 혁 래\*

정 청 송\*\*

## 【목 차】

I. 서 론	IV. 요 약
II. 재료 및 방법	Abstract
III. 결과 및 고찰	참고문헌

## I. 서 론

Cheddar cheese는 잉글랜드 Somerest 지방에서 유래한 비숙성 연질 치즈이다. 우유로 만들어 지고있다.

Cheddar cheese는 전통적인 명칭으로서 전지유로 제조한 Cheddar cheese가 지방함량이 높은 식품으로 인식될 수 있다는 문제점 때문에 심각한 결함으로 인식되고 있다.

현재 Cheddar cheese의 생산량이 첫번째를 차지하고 있으며, 이러한 추세는 최소한 2000년대까지는 계속될 것으로 추측되며 국민의 선호도가 Cheddar cheese의 개발을 부추겼으며, 미국에서는 새로운 규정에 따라 "lite" 라고 표시되었다. 그러나 우유의 유지방 함량을 줄이는 방법을 사용하면 향미와 조직이 변하여 기호성이 저하되는 결점이 있으므로 제품중 유지방은 그대로 두고 cholesterol만 선택적으로 감소시켜

\*김포대학 호텔조리과

\*\*경희대학교 조리과학화 교수

## 2 · 관광식품료경영연구

Cheddar cheese 특성을 가능한 한 살리는 것이 필요하다 하겠다.

우유 및 유제품은 유아부터 노인에 이르기까지 널리 소비되는 거의 완전식품으로서 영양이 풍부하나 치즈로 가공될 경우에 cholesterol 함량이 매우 증가하게 된다. 따라서 우유에 존재하는 cholesterol 함량을 최소화 유제품을 개발하는 것은 국민의 건강 증진은 물론, 유제품의 고부가가치 창출의 측면에서도 중요한 의의가 있다 하겠다. 낙농 선진국에서 이들 제품의 cholesterol 함량을 낮추는 연구가 진행되고 있으나, 이에 관련된 연구 개발이 아직 미약한 실정이다. 그리고 cholesterol 식품에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으므로 이 분야에 대한 연구 및 개발이 빠른 시일 내에 이루어져 cholesterol 이 낮은 유제품이 개발되어야 할 필요성 있다.

유제품의 균질화란 착유된 유지방의 평균 지름 1.0~8.0 $\mu$ m를 미세하게 약 0.1~2.2 $\mu$ m의 크기로 하여 동질성을 유지시키며 약 4 $^{\circ}$ C에서 20시간 정치하였을 때 제품에서 크림의 분리가 눈에 떨 정도로 일어나지 않는 것을 의미한다. 제품들의 경우에 균질화는 점도의 증가로 입에서 느끼는 감각을 좋게 하고 저장성을 높이는 것으로 알려져 있다. 재 조합되는 치즈의 제조시 균질화는 필수적이며 Cottage, Cheddar, Swiss, 등 다양한 종류의 치즈제조에 쓰이는 원료유에 성공적으로 응용되고 있다. 일반적으로 균질은 살균기에서 예열된 후에 수행된다. 효과적인 균질화에 필요한 온도는 60~65 $^{\circ}$ C이고, 균질에 이용되는 압력은 보통 70~200kg/cm<sup>2</sup>(1000~2850psi) 정도이며 우유의 균질화 효과는 비교적 낮은 68kg/cm<sup>2</sup>(1000psi)의 압력으로도 충분하다는 보고도 있다.

우유의 sterol 화합물 중 90%가 cholesterol이며, cholesterol은 포유동물의 젖에 필수적으로 존재하는데 우유내 에서는 85~90%가 free cholesterol 상태로 존재한다. 우유의 유지방중 cholesterol 함량은 5%이내이고, 유지방 1g에는 약 2.1~4.1mg의 cholesterol이 함유되어 있고 이들 중 약 70%는 지방구에, 나머지 20%는 skim plasm에 분포하고 있으며, 약 20%만이 유지방구에서 분리된 형태로 우유 중에 존재하기 때문에  $\beta$ -cyclodextrin과의 결합으로 cholesterol을 효과적으로 제거하기 위해서는 유지방구에 존재하는 70%의 cholesterol을 유지방구에서 분리시킬 수 있는 균질화가 필요하다. 그러나 산업적으로 생산되는 대부분의 치즈의 제조는 균질하지 않은 우유를 사용하고 있어 제조 공정면에서 차이를 보이고 있다. 일반적으로 균질화된 우유의 사용은 curd의 tension을 감소시키고, 약한 coagulum을 형성하여 curd와 작은 입자를 증가시키고, 탄력성 감소를 야기시키며 이러한 현상들은 균질압력이 클수록 증가한다고 알려

져 있다

Cheddar cheese에 균질한 우유를 사용하는 것은 치즈의 수율을 향상시키고, 제품에 흰색을 주기 위해서이며, 이로인해 Cheddar cheese의 표백제로 사용되는 titanium dioxide의 첨가를 제한할 수 있다. 그리고 Jana와 Upadhyay는 균질화된 소 우유를 원료하여 Cheddar cheese를 제조했을 경우 수분함량, 고형성분 중 지방함량과 산도 등이 높았고, 지방과 단백질의 회수율 및 수율이 증가되었으며, 치즈의 외관과 향미 등이 향상되었으나, ash, meltability, oiling off, hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness 및 body-texture는 감소되었다고 보고하였다. 또 Lelievre 등도 우유의 균질처리가 full fat cheese의 meltability와 stretchability를 감소시키며, 이것은 작아진 지방구가 단백질과 흡착하여 일어나는 상호작용의 결과라고 보고하였다. 그러나 균질한 skim milk에 균질하지 않은 cream을 첨가하여 Cheddar cheese를 제조하면 melting을 방해하지 않으며, 이것은 우유의 단백질 성분만이 균질의 영향을 받기 때문이라고 하였다<sup>12)</sup>. 한편 low fat Cheddar cheese 제조시 원료유를 균질화시키고, 저온에 저장하면 보통의 Cheddar cheese와 유사한 질감과 용융특성을 갖는 제품을 생산할 수 있다고 한다. 또한 Metzger와 Mistry는 균질화가 지방의 함량이 17.7~18.1%로 감소된 Cheddar cheese의 품질에 주는 영향에 관하여 연구한 결과, 균질한 크림으로 제조한 제품의 경우 수분함량과 수율이 높았고, 관능검사와 물성 및 미세구조 관찰에서 조직이 향상된 것으로 나타났다. 균질화가 치즈 제조시 curd tension의 감소로 whey로 curd dust의 유출이 증가되고, Cheddar cheese의 경우 응유력 감소로 제품의 결합을 야기시키며, 연성치즈에서는 curd의 stretching과 melting을 감소시키는 등 단점들이 나타났다.

즉, 치즈 제조 시 균질화는 우유에 산 생성을 촉진시켜 제조시간을 단축시키고, whey에서 유고형분 손실을 감소시켜 치즈의 수율을 증가시키며, consistency와 spread를 향상시키고, 유지방을 감소시키고, 숙성과 저장 중 일어나는 보존성을 향상시키고, 향미 생성이 빠르게 진행되어 숙성을 촉진시키게 한다.

## II . 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용된 우유는 서울유업에서 각종 원유검사에 합격한 원유를 공급 받아 cream separator(ELECREM, Elecrem Co., Valves, Prance)로 분리하여 얻은 탈지유를 원유와 혼합하여 유지방 3.4%로 표준화하고, HC 5000 Homogenizer (Microfluidics Co., Newton, MA, USA)를 이용하여 균질한 후 사용하였다. 원료유내의 cholesterol을 제거하기 위하여 흡착제인  $\beta$ -cyclodextrin(Nihon shokuhin cako Co., Osaka, Japan)을 사용하였다.

### 2. 방법

본 실험에 사용된 유지방 3.4%의 원료유는 균질압력을 0, 250, 500, 750, 1000psi(0, 17.5, 35, 52.5, 70kg/cm<sup>2</sup>), 균질온도를 40, 50, 60, 70℃,  $\beta$ -cyclodextrin 함량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 다양한 조건에 따라 처리한 후 시료 50g을 200ml 비이커에 넣고, 교반속도 70rpm, 교반온도 11℃, 교반시간 10분, 원심분리 속도 15 × g, 원심시간 10분 등의 실험조건에 따라 cholesterol 제거실험을 실시하였다.

위에서 cholesterol 제거를 위하여 처리된 우유 2g을 취하여 screw cap tube에 넣고 1ml 내부표준물질(5  $\alpha$ -cholestane 1mg/ml 95.8% ethanol)과 5ml 2M ethanolic potassium hydroxide(KOH) 용액을 첨가한 후 잘 혼합하였다. 67℃ 항온수조에서 30분간 검화한 후실온으로 냉각하였다. 1차로 5ml hexane과 2.5ml distilled water를 첨가하여 교반한 후 분리된 상층액을 수거하여 round flask에 담았다. 그 후 5ml hexane을 첨가하여 교반하고 상층액을 수거하였으며 이를 5회 반복 실시하였다. 추출 액을 감압 농축기로 농축시킨 후 1ml hexane에 녹여 microtube에 보관하였다. Microtube에 보관한 시료에서 2 $\mu$ l를 취하여 GC에 injection하여 cholesterol과 cholestane의 머무름 시간과 각각의 피크면적에 의해 정량분석을 실시하였다.

Cholesterol을 축소 제거한 Cheddar cheese를 제조하는 전 과정은 Fig. 1에 도시한 바와 같다. 즉, 유지방 3.5%로 표준화한 원료유는 70℃에서 17초간 살균하였고, 각각 다른 압력 즉, 750, 1000, 1300 psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)으로 균질한 후  $\beta$ -cyclodextrin(1

또는 2%)으로 처리하였다. Control은 균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않았으며,  $\beta$ -cyclodextrin으로 처리한 원료유는 원심분리를 통해  $\beta$ -cyclodextrin을 제거하였다. 준비된 15kg의 원료유는 35°C로 온도를 유지하였으며, *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*가 1 : 1의 비율로 제조된 freeze-dried DVS starter(TCC-3, Chr. Hansen Lab., Denmark)를 0.6g(0.004%)첨가하고, 30분간 교반시킨 후, 4.5ml(0.03%)의 염화칼슘(10%용액)을 첨가하고, 2.85g(0.019%)의 rennet(Standard Plus 900, Chr. Hansen lab., Denmark) 첨가한 후 3~4분간 교반하고, 70분간 치즈 제조용 칼(wire knife)로 정치하였다.

### 3) 수율측정

제조된 각 시료의 수율은 Jana와 Upadhyay의 방법에 따라  $\text{wt. cheese} / \text{wt. milk} \times 100$ 으로 나타내었다.

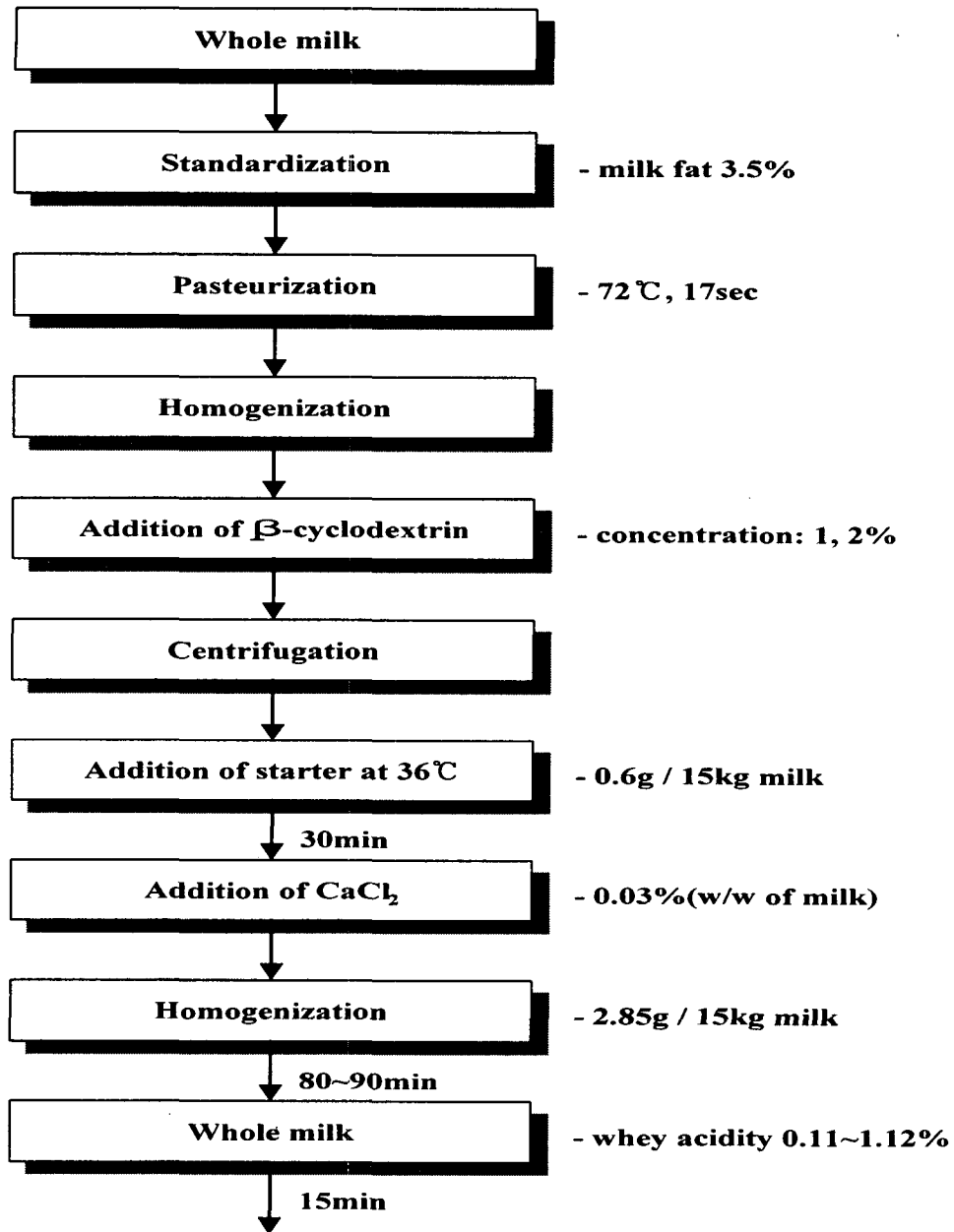
### 4) 일반조성

제조된 control 치즈의 단백질, 지방, 수분, ash 함량은 A.O.A.C. 방법에 따라 측정하였다.

### 5) Cheddar cheese의 cholesterol 정량분석과 GC 정량분석을 위한 시료준비

시료 0.25g을 screw cap tube에 넣고 0.25ml 내부표준물질( $5\alpha$ -cholestane 1mg/ml 98% ethanol)과 10ml 2M ethanolic potassium hydroxide(KOH)용액을 첨가한 후 잘 혼합하였다. 79°C 항온수조에서 100분간 검화 한 후 실온으로 냉각하였다. 1차로 5ml hexane과 2.5ml distilled water를 첨가하여 교반 한 후 분리된 상층액을 수거하여 round flask에 담았다. 그 후 5ml hexane을 첨가하여 교반 하고 상층액을 수거하였으며 이를 3회 반복 실시하였다. 추출액을 감압농축기로 농축시킨 후 1ml hexane에 녹여 microtube에 보관하였다. Microtube에 보관한 시료에서 2ml를 취하여 Table 2와 같은 조건에서 GC에 injection하여 cholesterol과 cholestane의 머무름 시간과 각각의 피크면적에 의해 정량분석을 실시하였다.

6 · 관광식품료경영연구



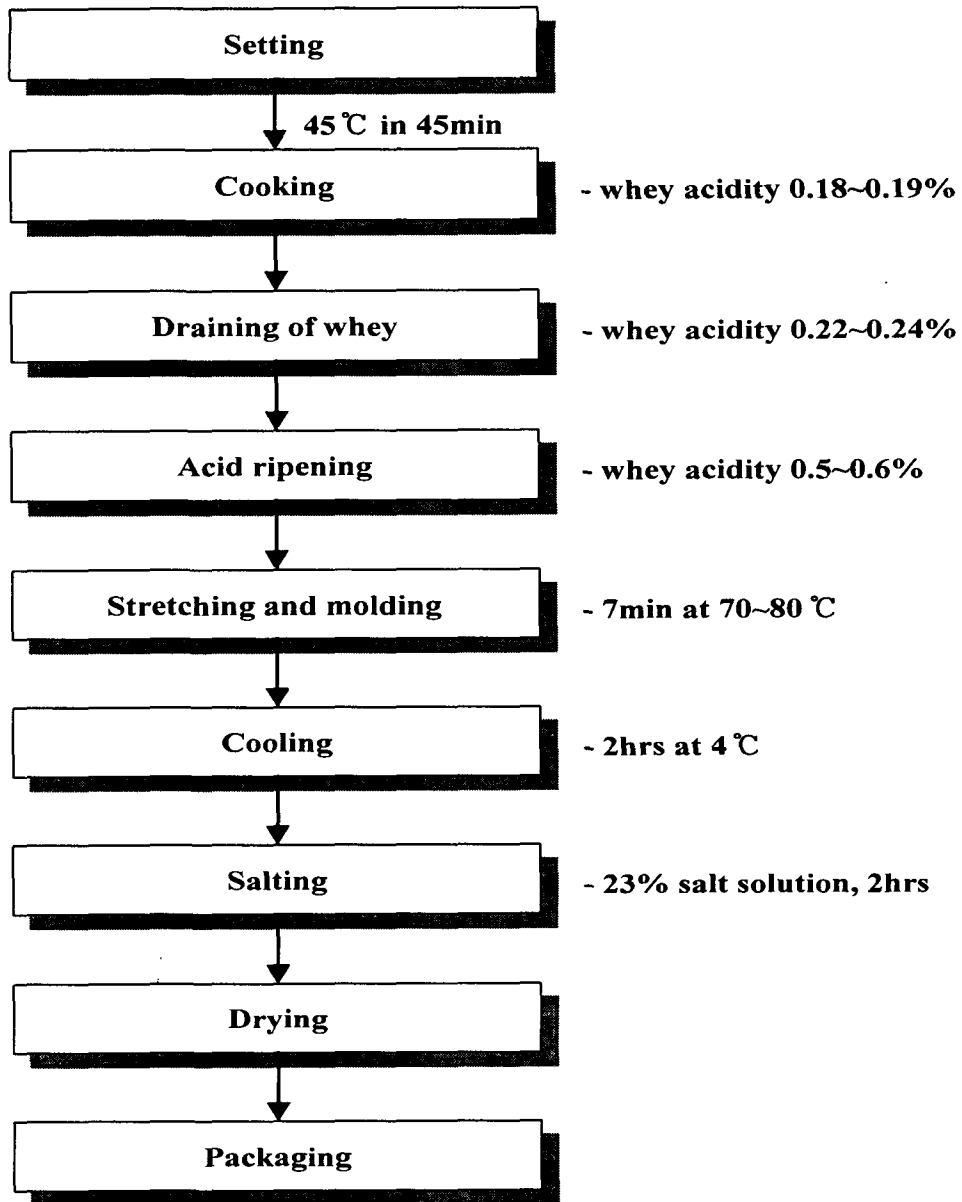


Fig. 1. Flow chart for the manufacture of 치즈의 oiling off를 감소시키고, 숙성과 저장 중 일어나는 Cheddar cheese from homogenized milk treated with  $\beta$ -cyclodextrin

## 8 · 관광식음료경영연구

### 6) 용해성과 팽창성 검사

Schreiber시험법(Tunick 등)에 의하여 5mm×18mm(depth×dia.)의 원형시료를 만들어 90mm의 Petri 접시에 올려놓고 232℃에서 5분간 가열하였을 때 용융된 시료의 직경을 측정용 paper를 사용하였으며, Crouton 위에 10g 정도의 시료 치즈(10g)을 골고루 얹는다. 시료를 400℃ Gas oven 에 넣고 2분간 가열처리하고, 1분간 식힌 후 포크로 찍어 올린다. 이때 시료가 30cm이상의 신전성이 있을 때 5점으로 정하고, 20cm이상이면 4점, 10cm이상이면 3점, 5~10cm미만은 2점, 5cm미만은 1점으로 하였다.

### 7) 지방 축소 측정과 조직(texture) 검사

시료10g을 5mm 이하로 잘게 분쇄하여 밀봉할 수 있는 plastic bag에 넣어 4℃에서 100분간 이상 유회시킨 뒤, 정확히 정량된(6.00±0.001g) 시료를 200mm screw cap pyrex tube에 넣어 4분간 열수(80℃)에 침지시킨 후, 60℃의 acidified water(pH 2.2 with HCl) 10ml를 첨가하여 8 분간 원심분리하였다. 원심분리 후, 증류수와 metanol의 1 : 1(v/v) 혼합용액 10ml를 첨가하여 65℃의 온수에 2분간 유회시키고, 2분간 원심분리하여 다시 70℃의 온수에 1분간 유회시켰다. Pasteur pipet을 사용하여 분리된 butter oil 층과 methanol을 Gerber bottle에 옮긴 후, 70℃의 온수에 2분간 유회시키고, 3분간 원심분리하고 마지막으로 3분간 65℃에서 유회시킨 뒤 판독하는 Kindstedt와 Fox의 방법을 사용하였다.

3-5℃의 냉장고에서 30시간 보존한 치즈를 10mm×20mm(dia.×depth)의 시료로 만들어 실온에서 30분간 방치한 후, Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 hardness, cohesiveness, elasticity, gumminess, chewiness를 측정하였다. 측정조건은 2번 mode에서 table speed 100mm/min, grape speed 50mm/min, load cell 1kg이었고, 측정에 사용한 pressure sensor rod는 지름 20mm인 No. 6의 probe이었다. 이 방법으로 다음 세 가지의 측정치와 두 가지의 계산치를 얻었다.

- (1) 경도(hardness)는 first bite의 가장 높은 peak의 높이를 force로 환산하였다.
- (2) 탄력성(elasticity)은 첫 번째 peak의 시발점에서 가장 높은 점까지의 거리와 두 번째 peak의 시발점에서 가장 높은 점까지의 거리의 비로 나타내었다.
- (3) 응집성(cohesiveness)은 두 번째 peak의 면적을 첫 번째 peak의 면적으로 나눈 값으로 표시하였다.



(4) 질감성(gumminess) = hardness × cohesiveness

(5) 씹힘성(chewiness) = gumminess × elasticity chewiness

### 8) 관능검사

균질압력 즉, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese와 균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 관능적 특성을 비교하기 위하여 appearance, flavor, texture을 평가하였다. 관능검사 요원은 Cheddar cheese의 appearance, flavor, texture 특성을 식별할 수 있는 6명을 선발한 후 훈련시켜 검사에 임하게 하였다. 관능적 특성의 강도 평가는 다 시료 비교법에 의한 7점 채점법으로 하였으며 관능검사에서 얻어진 결과는 SAS를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 최소 유의차 검정으로 통계 처리하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 원료유의 cholesterol 제거율

우유의 cholesterol은 약 75% 이상이 유지방구에 존재하고 있으며, 약 25%만이 유지방구에서 분리된 형태로 우유중에 존재하기 때문에  $\beta$ -cyclodextrin과의 결합으로 cholesterol을 효과적으로 제거하기 위해서는 유지방구에 존재하는 75%의 cholesterol을 유지방구에서 분리시킬 수 있는 균질화가 반드시 필요하다. 그러나 일반적인 치즈의 제조는 균질하지 않은 우유를 사용하는데 그 이유는 커드의 견고성과 탄력성 때문인 것으로 알려져 있으며, 균질한 우유를 사용하여 제조한 치즈 커드의 입자 크기가 현저히 작아 위의 특성들이 control에 비해 현저히 떨어지는 것으로 보고되었다. 따라서 우유의 균질시의 압력, 온도 그리고 cholesterol 흡착물질인  $\beta$ -cyclodextrin함량 등의 조건을 달리 하면서 cholesterol 제거를 위한 각각의 영향을 관찰하였다.

## 설 문 지

성 명 : \_\_\_\_\_ 일시 : 2002년 \_\_\_\_\_ 월 \_\_\_\_\_ 일

앞에 제시된 각 시료(체다 치즈)를 외관, 향미, 텍스처의 순으로 표준시료(x)와 비교 평가하여 차이 정도를 다음 평가방법에 따라 평가해 주십시오. 표준시료인 x 보다 시료가 대단히 나쁘면 1, 보통 나쁘면 2, 약간 나쁘면 3, x와 차이가 없으면 4로하고 x보다 대단히 좋으면 7, 보통 좋으면 6, 약간 좋으면 5로 표시해 주십시오.

시료번호        1        2        3        4        5        6        7  

1. 외 관

  1        2        3        4        5        6        7  

2. 향 미

  1        2        3        4        5        6        7  

3. 텍스처

  1        2        3        4        5        6        7  

1 : 대단히 나쁨, 2 : 보통 나쁨, 3 : 약간 나쁨, 4 : R과 차이가 없음,  
5 : 약간 좋음, 6 : 보통 좋음, 7 : 대단히 좋음

### 1) 균질 압력의 영향

균질압력 0, 250, 500, 750, 1000psi(0, 17.5, 35, 53.5, 70kg/cm<sup>2</sup>)에서 우유의 cholesterol 제거에 가장 효과적인 균질압력을 선택하기 위하여 한철온도 60℃,  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량 1%, 교반속도 800rpm, 교반시간 10분, 원심분리 속도 15 x g, 원심분리 시간을 10분으로 하였다.

균질 압력을 0, 250, 500, 750, 1000psi(0, 17.5, 35, 52.5, 70kg/cm<sup>2</sup>)로 처리한 우유의 cholesterol 제거율은 각각 30.29, 35.64, 49.17, 64.88, 75.64%로 균질 압력이 증가할수록 유의적인(p<0.05) 차이를 보이며 증가하였다. 균질 압력 0과 250psi의 cholesterol 감소율 차이가 5.35%로 크지 않은 것으로 보아 균질 압력 250psi는 cholesterol 감소율을 위한 균질 효과가 미미하였고, 균질 압력 1000psi일 때 75.64%로 가장 높은 cholesterol 감소율을 나타내었다. 우유의 균질화에 이용되는 압력은 일반적으로 70~200kg/cm<sup>2</sup>(1000~2850psi) 정도이며, Saito는 우유의 균질화 효과는 비교적 낮은 균질압력인 70kg/cm<sup>2</sup>(1000psi)으로도 충분하다고 하였다. 치즈 제조에서는 균질 압력이 클수록, curd의 견고성과 탄력성이 감소하며 특히 Cheddar cheese의 질감 저하 등이 증가하는 결점이 있으며, 비교적 낮은 압력에서 치즈를 제조하는 것이 이러한 결점들을 최소화할 수 있다고 사료되었고, whole milk로 Cheddar cheese를 제조하는 본 실험에서는 가능한 한 1000psi(70kg/cm<sup>2</sup>) 이상의 균질압력을 이용하는 것은 바람직하지 않다고 사료되어 1000psi(70kg/cm<sup>2</sup>)의 균질 압력이하에서 cholesterol 감소율을 우수한 조건을 찾으려고 시도하였다.

### 2) 균질온도의 영향

균질온도 50, 55, 60, 65℃에서 우유의 cholesterol 제거에 가장 효과적인 균질온도를 선택하기 위하여 앞의 실험에서 가장 적당하다고 사료되는 균질압력 1000psi(70kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량 1%, 교반속도 800rpm, 교반시간 20간분, 원심분리 속도 15 x g, 원심분리 시간을 20분으로 하여 비교실험 하였다. 균질온도가 50℃일 때 우유의 cholesterol 감소율이 71.75%로 나타났고, 균질온도를 55℃로 높였을 때의 감소율도 72.95%로 50℃보다 약 1.2% 증가하였으나, 서로간의 유의적(p>0.05) 차이는 없었다. 균질 온도 60, 65℃에서의 cholesterol 감소율은 75.71, 78.22%로 유의적인(p<0.05) 차이를 보이며 증가하였다. 모든 균질온도에서 71% 이상의 cholesterol 감소율을 나타내었고 그중 78.22%로 가장 높은 감소율을 보인 70℃가 적당한 균질온도로 관찰되었다.

효과적인 균질화에 필요한 온도는 60~65℃로 알려져 있으나, 본 실험에서는 가능한 낮은 균질압력과 온도를 찾아 경제적인 면과 품질 면에서 높은 효과를 기대하고자 균질시 적정 온도인 65℃ 보다 낮은 균질 온도에서 우유의 cholesterol 감소율에 미치는 영향을 관찰하였다. 균질온도 상승에 따른 cholesterol 감소율의 증가폭이 균질 압력에 따른 감소율의 증가보다 미미한 것으로 보아 균질 온도가 균질 압력보다 우유의 cholesterol 감소율에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 3) $\beta$ -cyclodextrin의 영향

앞에서 제시된 우유의 cholesterol 제거에 적당한 균질압력 1000psi(70kg/cm<sup>2</sup>), 균질온도 70℃로 처리된 우유에  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 정하여 시료에 각각 첨가한 후 교반속도 800rpm, 교반온도 20℃, 교반시간 10분, 원심분리 속도 15 x g, 원심분리 시간을 20분으로 일정하게 유지하면서 비교 실험하였다.

처리한 우유의 cholesterol 제거에 미치는 영향은 0.5와 1.0% 사이에 매우 크며, 1.5% 이상에서는 큰 영향을 미치지 않았지만,  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량이 증가할수록 cholesterol 제거율은 증가하였다.

## 2. 수율 측정

각각 다른 균질압력 즉, 0, 750, 1000, 1300psi(0, 52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)와  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(0, 1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese의 수율은 균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 수율은 10.54%였고, 균질압력 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1%로 처리한 우유로 제조된 수율은 각각 12.53, 12.58, 12.59%로 control 치즈와 비교하여 모두 18.88% 이상 수율이 향상되었으며, 균질압력 750psi(52.5kg/cm<sup>2</sup>) 이상에서는 균질압력이 증가할수록 약간의 증가가 관찰되었지만 유의적(p>0.05) 차이는 없었다. 균질압력 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 2%로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese의 수율은 12.56, 12.59, 12.57%로 control 치즈와 비교하여 모두 19.17% 이상 수율이 향상되었으며, 균질압력 750psi(52.5kg/cm<sup>2</sup>) 이상에서는 유의적(p>0.05) 차이없이 약간의 수율 차이가 관찰되었다.

### 3. Cheddar cheese의 cholesterol 제거율

균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 우유로 제조된 control 치즈의 일반조성은 유지방 23.80%, 단백질 23.46%, 수분 48.61%, ash 2.32%로 나타났다. 유지방이 23.80%인 control 치즈의 cholesterol 함량은 81.47mg/100g이었고, 균질압력과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량을 달리하여 제조한 Cheddar cheese의 cholesterol 제거율은 Table 7과 같았다.

균질압력 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1%를 첨가하여 제조된 Cheddar cheese의 cholesterol 함량은 39.77, 29.40, 27.72mg/100g으로 각각 51.19, 63.92, 68.43%의 cholesterol 제거율을 보였고 서로간에 유의적(p<0.05) 차이를 나타내며 균질압력이 높아 질수록 cholesterol 제거율도 증가하였다. 균질압력 750, 1000, 1300psi (52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1.5%를 처리하여 제조된 치즈의 cholesterol 함량은 30.73, 32.86, 20.15mg/100g으로 각각 62.28, 71.94, 75.27%의 cholesterol 감소율을 보였고, 이것 또한 서로간에 유의적(p<0.05) 차이를 나타내며 균질압력이 높아질수록 cholesterol 감소율도 증가하였다.  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량이 1%보다는 2%일 때 더 높은 제거율을 보였으며, 균질압력이 높아지면서  $\beta$ -cyclodextrin 1과 2% 첨가한 처리 구 간의 제거율 차이가 줄어드는 것을 볼 수 있었다. 본 실험에서는 균질압력 1300psi(91kg/cm<sup>2</sup>),  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량 2%로 처리한 우유로 만든 Cheddar cheese가 cholesterol 감소율이 75.27%로 가장 높았다. 균질압력을 더 높게 하면 whole milk로 제조된 Cheddar cheese의 cholesterol 감소율도 상당히 향상될 수 있을 것으로 생각되었으나, 반대로 치즈의 품질을 상당히 떨어뜨릴 수 있다고 사료된다.

### 4. 용해성(Meltability) 검사

각각 다른 균질압력 즉, 0, 750, 1000, 1300psi(0, 52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(0, 1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese의 meltability 는 Table 8과 같다.

Table 2. Effect of various homogenization pressures and  $\beta$ -cyclodextrin concentrations treated milk on cholesterol removal from Cheddar cheese<sup>1</sup>

Pressure of homogenization(psi)	Concentration of $\beta$ -cyclodextrin(%)	
	1	2
- Cholesterol removal(%)		
750	51.19 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup>	62.27 $\pm$ 0.88 <sup>b</sup>
1000	63.92 $\pm$ 0.88 <sup>b</sup>	71.94 $\pm$ 0.88 <sup>c</sup>
1300	68.43 $\pm$ 0.88 <sup>d</sup>	75.27 $\pm$ 0.88 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Means of triplicate. Means with the different letter are significant(P<0.05).

<sup>2</sup>Other experimental factors include homogenization temp., 70°C; mixing speed, 1200rpm; mixing temp., 10°C; mixing time, 15min; centrifugal force, 26x g; centrifugation time, 10min.

Table 3. Effect of various homogenization pressures and  $\beta$ -cyclodextrin concentrations treated milk on meltability of Cheddar cheese<sup>1</sup>

Pressure of homogenization (psi)	Concentration of $\beta$ -cyclodextrin(%)		
	0	1	2
- Meltability of the cheese(%)			
0	3.32 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	NA <sup>2</sup>	NA
750	NA	2.82 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	2.85 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>
1000	NA	2.37 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	2.36 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>
1300	NA	2.25 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	2.25 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Means of triplicate. Means with the different letter are significant (P<0.05).

<sup>2</sup>NA : not available

균질과 B-cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 용해성은 3.32cm였고, 차이는 없었다.  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량에 따른 용해성의 차이는 거의 없었고, 균질압력이 커질수록 용해성이 감소한다고 보고한 결과와 일치하였다. 일반적으로 치즈의 지방함량이 높을수록 용해성이 증가하며, Cheddar cheese의 원형시료가 퍼지는 것은 치즈를 높은 온도로 가열할 때 용융되어 원형시료의 윗층의 무게가 아래로 흐르기 때문이다. 균질화가 용해성을 감소시키는 것은 균질로 인해 지방구의 크기가 작아지고, 그때 casein micell 또는 submicell이 작아진 지방구와의 흡착이 증가되어 거의 완전한

emulsification 상태가 되어 용해된 지방의 퍼짐을 방해하여 용해성은 감소된다고 알려져 있다. 또 치즈 curd내의 Ca, P의 농도, 치즈내의 수분함량, NaCl 함량 등도 Cheddar cheese의 용융성에 영향을 준다고 알려져 있다.

## 5. 팽창성(Expansibility) 검사

각각 다른 균질압력 즉, 0, 750, 1000, 1300psi(0, 52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(0, 1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese의 팽창성은 Table 9과 같다.

Table 4. Effect of various homogenization pressures and  $\beta$ -cyclodextrin concentrations treated milk on Expansibility of cheddar cheese<sup>1, 2</sup>

Pressure of homogenization (psi)	Concentration of $\beta$ -cyclodextrin(%)		
	0	1	2
- Expansibility of the cheese(%)			
0	5 <sup>a</sup>	NA <sup>3</sup>	NA
750	NA	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>
1000	NA	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>
1300	NA	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Means of triplicate. Means with the different letter are significant (P<0.05).

Expansibility was scored using a 1~5 scale; 5 : > 30cm, 4 : 20~30cm, 3 : 10~20cm, 2 : 5~10cm, 1 : < 5cm.

<sup>3</sup>NA : not available

균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 우유로 제조된 control 치즈의 팽창성은 30cm 이상 늘어나 팽창성은 가장 양호한 수치인 5를 나타내었다. 그러나 균질처리를 한 치즈들에서는 모두 5~10cm 사이를 나타내 상업적으로 가치가 있다고 간주되는 3점보다 낮은 2점으로 팽창성은 저하된 것을 볼 수 있었으며,  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량의 차이로 인한 영향은 없었다. cheddar cheese에 팽창성을 주는 화학적 기작은 다음과 같다. Calcium caseinate로 우유에 존재하는 casein은 rennin의 작용을 받아 pH 6.2정도에서 dicalcium paracaseinate로 변하여 curd를 형성하게 된다. 적당한 sketching과 molding을 위해서는 두 번째 변화가 일어나는데 이것은 산도가 자연적으로 증가하여

나 산을 직접 첨가할 때 curd와 산이 접촉하여 나타나며, 이때 dicalcium paracaseinate는 lactic acid와 반응하여 monocalcium paracaseinate라는 새로운 화합물을 형성하는데 이것은 따뜻한 NaCl 수용액에 용해성이 있고 54℃나 그 이상으로 가열될 때 부드럽고, 결합력이 좋으며, 실처럼 잘 늘어나는 물질이다. 만약 산도가 지나치게 증가하면 monocalcium 에서 calcium이 유리되어 나와 새로운 화합물인 paracasein을 생성하게 되는데, lactic acid가 너무 많이 생성되었거나 저장중 생성될 경우 monocalcium 의 양이 점차적으로 감소하게 되며 팽창성은 약화되어지게 된다.

원유의 균질은 cheddar cheese를 가열했을 때 볼 수 있는 유연성과 팽창성은 안 좋은 영향을 주는 요인으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 균질하지 않은 우유의 지방구는 casein chain 사이에 싸여져 있으며, 특이한 작용없이 존재한다. 그러나 균질을 하게되면 작아진 지방입자들은 fat-water interface에서 casein과 흡착하게 되고, 치즈의 curd 형성에 관여하게 된다. Curd 형성시 이와 같은 지방입자의 관여가 치즈의 팽창성은 방해한다고 알려져 있다.

## 6. 지방제거 측정

자각 다른 균질압력 즉, 0, 750, 1000, 1300psi(0, 52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(0, 1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 cheddar cheese의 지방제거는 Table 10과 같다.

한길과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 우유로 제조된 control 치즈의 지방제거 생성량은 2.46%를 나타내었고, 균질압력 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91 kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1%로 처리한 우유로 제조된 cheddar cheese의 유지방은 각각 0.67, 0.37, 0.30%로 균질압력이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으며 균질압력 0, 750, 1000psi 사이에서 유의적(p<0.05) 차이를 보이며 감소하였다. 균질압력 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 2%로 처리한 우유로 제조된 치즈의 oiling off는 자각 0.67, 0.40, 0.30%로 이것 또한 균질압력이 증가할 수록 유의적(p<0.05) 차이를 보이며 감소하였다. 균질이 Oiling off의 생성을 감소시켜 식품 topping의 외관상의 품질을 향상시키는 것은 균질로 인해 지방구의 크기가 작아지고, casein과 casein 조각들이 작아진 지방구와의 흡착이 증가되어 거의 완전한 emulsification 상태가 되어 유지방이 감소되는 것으로 사료된다.



Table 5. Effect of various homogenization pressures and  $\beta$ -cyclodextrin concentrations treated milk on Expansibility of cheddar cheese<sup>1</sup>

Pressure of homogenization (psi)	Concentration of $\beta$ -cyclodextrin(%)		
	0	1	2
- Oiling off of the cheese(%)			
0	2.46 ± 0.03 <sup>a</sup>	NA <sup>2</sup>	NA
750	NA	0.67 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.67 ± 0.03 <sup>b</sup>
1000	NA	0.37 ± 0.03 <sup>cd</sup>	0.40 ± 0.03 <sup>c</sup>
1300	NA	0.03 ± 0.03 <sup>d</sup>	0.30 ± 0.03 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Means of triplicate. Means with the different letter are significant ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>NA : not available

## 7. 조직(texture) 검사

각각 다른 균질압력 즉, 0, 750, 1000, 1300psi(0, 52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(0, 1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 cheddar cheese의 조직특성이 다.

균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 cohesiveness, elasticity 측정값은 각각 0.96과 0.93cm를 나타내었다.  $\beta$ -cyclodextrin 1%로 처리한 우유로 제조된 cheddar cheese의 cohesiveness, elasticity는 균질압력 750psi (52.5kg/cm<sup>2</sup>)일 때 각각 1.04와 1.01cm였고, 균질압력 1000psi(70kg/cm<sup>2</sup>)일 때 각각 1.04와 1.02cm였으며, 균질압력 1300psi(91kg/cm<sup>2</sup>)일 때 각각 1.07과 1.03cm로 control 치즈와 균질 처리한 치즈들 사이에 유의적( $p < 0.05$ ) 차이를 보이며 증가였다.  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량에 따른 cohesiveness와 elasticity의 차이는 거의 없었고, 균질압력이 증가할수록 cohesiveness와 elasticity가 점차 증가하는 것으로 나타났다. 균질한 우유로 만든 Cheddar cheese의 body는 control 치즈에 비해 매우 부드럽고 유연하였다. 이러한 성질들 때문에 control 치즈에 비해 cohesiveness와 elasticity가 증가하는 것으로 사료되었다.

## 8. 관능 검사

각각 다른 균질압력 즉, 0, 750, 1000, 1300psi(0, 52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)과  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량(0, 1, 2%)으로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese의 appearance, flavor,

texture 항목에 대한 관능검사 결과는 균질과  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 우유로 제조된 control 치즈의 평가점수를 4로 정하고 각각의 시료와 비교하여 control과 관능적 특성에 차이가 없으면 4점, control보다 좋으면 4점이상, 나쁘면 4점이하로 하는 다시료 비교법에 의한 7점 채점법으로 평가하였다. 예 유의적( $p>0.05$ ) 차이는 없었으나 균질압력이 증가하면서 flavor가 향상되었고,  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량 2%로 처리한 경우도 각각 4.50, 4.25, 4.63으로 균질압력이 증가하면서 flavor가 향상되는 경향을 나타내었으나, control과 균질한 치즈들 간에 유의적( $p>0.05$ ) 차이는 없었다. 균질화는 치즈 curd에 salt 침투를 향상시키고, 치즈에 acidic flavor를 더 증가시켜 균질하지 않은 control 치즈보다 flavor가 향상되며(36, 37, 43), 본 실험에서도 control 치즈에 비하여 균질처리를 한 치즈에서 짠맛과 acidic flavor가 좀더 강한 것으로 관찰되었고, 이러한 요인들이 치즈의 flavor를 향상시킨 것으로 사료된다. Texture는 주로 chewy texture로 평가하였다(Table 13, 14). 균질압력 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1%로 처리한 우유로 제조된 Cheddar cheese의 texture score는 각각 1.75, 1.67, 1.44로 control 차 균질처리한 치즈들 간에 유의적( $p<0.05$ ) 차이를 보이며 texture score가 상당히 떨어지는 것을 볼 수 있었으며, 균질처리한 치즈들은 유의적( $p>0.05$ ) 차이없이 균질압력이 증가하면서 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 6. Effect of various homogenization pressures on sensory analysis of Cheddar cheese made from milk treated with 1%  $\beta$ -cyclodextrin<sup>1, 2</sup>

Homogenization pressure (psi)	Appearance	Flavor	Texture
03	4.00 ± 0.19 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.31 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.26 <sup>a</sup>
750	4.89 ± 0.19 <sup>b</sup>	4.25 ± 0.31 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.26 <sup>b</sup>
1000	5.11 ± 0.19 <sup>bc</sup>	4.50 ± 0.31 <sup>a</sup>	1.67 ± 0.26 <sup>b</sup>
1300	5.56 ± 0.19 <sup>c</sup>	4.63 ± 0.31 <sup>a</sup>	1.44 ± 0.26 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Means of 8 replicates. Means in a column with the different letter are significant ( $P<0.05$ )

<sup>2</sup>As the value increase from 1 to 7, the intensity of sensory characteristics increases. The score of control was 4.

<sup>3</sup>No  $\beta$ -cyclodextrin added.

Table 7. Effect of various homogenization pressures on sensory analysis of Cheddar cheese made from milk treated with 2%  $\beta$ -cyclodextrin<sup>1, 2</sup>

Homogenization pressure (psi)	Appearance	Flavor	Texture
03	4.00 ± 0.18 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.28 <sup>a</sup>	4.00 ± 0.24 <sup>a</sup>
750	5.00 ± 0.18 <sup>b</sup>	4.50 ± 0.28 <sup>a</sup>	1.89 ± 0.24 <sup>b</sup>
1000	5.22 ± 0.18 <sup>bc</sup>	4.25 ± 0.28 <sup>a</sup>	1.56 ± 0.24 <sup>b</sup>
1300	5.56 ± 0.18 <sup>c</sup>	4.63 ± 0.28 <sup>a</sup>	1.22 ± 0.24 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Means of 8 replicates. Means in a column with the different letter are significant ( $P < 0.05$ )

<sup>2</sup>As the value increase from 1 to 7, the intensity of sensory characteristics increases. The score of control was 4.

<sup>3</sup>No  $\beta$ -cyclodextrin added.

균질압력 750, 1000, 1300 psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 2%로 처리한 우유로 제조된 치즈의 texture score는 각각 1.86, 1.56, 1.22로 이것 또한 control과 균질처리한 치즈들 간에 유의적( $p < 0.05$ ) 차이를 띄이며 texture score가 상당히 떨어졌으며, 균질처리한 치즈들은 유의적( $p > 0.05$ ) 차이없이 균질압력이 증가하면서 감소하는 경향을 나타내었다. Cheddar cheese의 조직결함으로는 너무 단단하거나 또는 너무 부드럽고, 약하고, 끈기가 없는 상태 등이 있다(63). 앞으로 우유를 탈지유와 크림으로 분리한 후 각각을 균질처리 하지 않고  $\beta$ -cyclodextrin으로 처리하여 cholesterol을 제거하고, 유지방 함량을 2.0% 이하로 표준화하여 low fat, low cholesterol Cheddar cheese를 제조한다면 이러한 단점들이 크게 향상되어 control 치즈와 거의 유사한 Cheddar cheese를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

#### IV. 요약

본 실험은  $\beta$ -cyclodextrin을 사용하여 cholesterol을 제거한 균질우유로부터 cholesterol이 제거된 치즈 제조의 조건을 규명하고, 그 조건에 따라 제조된 Cheddar cheese

의 특성 및 관능 검사를 함으로써 cholesterol이 제거된 Cheddar cheese의 개발 가능성을 조사하는데 그 목적을 두고 있다. 따라서 균질온도는 70℃로 정하고, 균질압력을 750, 1000, 1300psi(52.5, 70, 91kg/cm<sup>2</sup>)로,  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량을 1과 2%로 처리하여 제조한 6가지의 Cheddar cheese와 균질을 하지 않고  $\beta$ -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈간의 수율, cholesterol 제거율, 용해성, 팽창성, 지방축소, 조직검사, 관능검사 등의 실험을 실시하여 control 치즈와 가장 유사한 cholesterol이 제거된 Cheddar cheese 개발의 가능성을 시도하였고, 그 결과는 다음과 같다.

1. Cholesterol을 제거한 Cheddar cheese의 제조에서 최적조건은 균질압력 1000psi (70kg/cm<sup>2</sup>), 균질온도 70℃,  $\beta$ -cyclodextrin 첨가량 1.5%였으며, 이때 우유의 cholesterol의 제거율이 86.05%로 가장 높게 나타났다.
2. 유지방 함량 23.80%인 control 치즈의 cholesterol 함량은 81.4 Cheddar cheese에서는 cholesterol 함량이 20.15mg/100g으로 cholesterol 제거율이 75.27%로 가장 높게 나타났다.
3. 용해성은 균질압력 1300psi(91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1과 2%로 처리한 치즈에서 2.25cm(control 3.34cm)로 가장 낮았으며, 균질압력이 증가할수록 용해성이 감소하여 치즈의 품질을 저하시켰다.
4. Hardness, gumminess, chewiness는 균질압력 1200psi(91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1%로 처리한 치즈에서 각각 가장 낮은 2.03kg/cm<sup>2</sup>, 2.18kg, 2.24kg/cm(control 5.46kg/cm<sup>2</sup>, 5.24kg, 4.87kg/cm)를 나타내었으며, control과 cholesterol을 제거한 치즈들 사이에 유의적(p<0.05) 차이를 보이며 큰 감소를 나타내었다.
5. 이 실험결과, 균질압력 1300psi(91kg/cm<sup>2</sup>)에  $\beta$ -cyclodextrin 1.5% 첨가한 Cheddar cheese에서 cholesterol 축소율이 75.27%로 가장 높았으며, 균질 처리가 Cheddar cheese의 수율, oiling off, appearance score, flavor scope 등을 향상시켰고, 용해성과 팽창성이 hardness, gumminess, chewiness, texture score를 저하시키는 것으로 나타나 cholesterol이 상당부분 축소 제거된 Cheddar cheese의 개발 가능성이 관찰되었다

## Abstract

The present study was designed to examine the effects of different homogenization pressure, homogenization temperature and  $\beta$ -cyclodextrin concentration on cholesterol decrease rate of Cheddar cheese, and to optimize the factors of cheese manufacture Process. II. The hardness(control 5.46kg/cm<sup>2</sup>), gumminess(control 5.24kg), chewiness(control 4.87kg/cm) reduced to 2.03kg/cm<sup>2</sup>, 2.18kg, 2.24kg/cm, respectively. In the result of sensory analysis, treatment of homogenization for cholesterol removed Cheddar cheese improved appearance and flavor, however texture fell. In addition, the resent result of the study indicated that about 75.27% of cholesterol in Cheddar cheese could be removed, and the possibility of development of cholesterol decreased Cheddar cheese was observed.

## 참 고 문 헌

- Ahn, J and Kwak 1999 Optimizing cholesterol removal in cream using  $\beta$ -cyclodextrin and response surface methodology J Food Sci 64:629-632
- Anon. 1991. Skimming off cholesterol dextrously. Food Technology in New Zealand. 26(9):22
- AOAC 1990 Official methods of Analysis 15th edn. Association of Official Analytical Chemist Arlington. Virginia, USA
- Arbige, M. V. P. R. Freund, S. C. Silver and J. T. Zelko. 1986 Novel lipase for Cheddar cheese flavor development Food Technol. 40(4):91
- Basette, R and G Ward 1975 Measuring part billion of volatile materials in milk. J.Dairy Sci. 58:428
- Bradly, L. L. 1989. Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. J. Dairy Sci. 72:2834.
- Breene, W. M., W. V. Price., and C. A. Ernstrom. 1964. Manufacture of pizza cheese without starter. J. Dairy Sci. 47:1173-1180.
- Christian Glynn. 1984. World guide to cheese. Printed in London and published by Ebury

- Press. Arnoldo mondadori editore S. P. A., Milan.
- Doan, F. J. 1954. Physico-chemical characteristics of milk as a result of homogenization. *Am. Milk Rev.* 16:54-75.
- Emmons, D. B. M. Kalab E Larmond, and R.J Lowrie 1980 Milk gel structure. X Texture and microstructure in Cheddar cheese made from whole milk and from homogenized low-fat milk *J.Texture Stud* 11:15-34
- Gall, T. L., and S. B. Gall. 1993. Consumers' guide to product grades and terms. Gall Research Inc. Detroit.
- Ghosh, B. C., and S. Kulkarni. 1996. Low cholesterol Mozzarella cheese technology standardization. *J. Food Sci. Technol.* 33(6):488-492.
- Green, M. L. J. Marshall and F.J.Glover. 1983. Influence of homogenization of concentrated milks on the structure and properties of rennet curds. *J.Dairy Res.* 50:341.
- Grundy, S. M., D. Brheimer et al. 1982. Rational of the diet-heart statement of the American Heart Association, Report of the Nutrition Committee, *Circulation.* 65:839A.
- Grundy. S. M. D. Brheimer. H. Blackburn. W. V. Brown. P. O. Kwiterovich, F. Mattson. G. Schonfeld and W. H. Weidman. 1982. Rational of the diet-heart statement of the American Heart Association Report of the Nutrition Committee. *Circulation.* 65:839A-854A.
- Gurr. M. I. 1992 Dietary liquids and coronary disease: old evidence, new perspectives and progress. *Lipid Res.* 31:195-243
- Heller, B., N. F. Olson., and T. Richarson. 1974. Mineral retention and rheological properties of cheese made by direct acidification. *J. Dairy Sci.* 57:174-180.
- Jana, A. H., and K. G. Upadhyay. 1993. A comparative study of the quality of cheese obtained from unhomogenized and homogenized buffalo milks. *Cult. Dairy Prod. J.* 28:16-22.
- Jana, A. H., and K. G. Upadhyay. 1993. Homogenization of milk for cheese making-A review. *Aust. J. Dairy Technol.* 47:72-79.
- Jana. A. H. and K. G. Upadhyay. 1992. Homogenization of milk for cheese making- A review. *The Austalian Journal of Dairy Technology.* 47:72-79

- Johnson, M. E., and C. Chen. 1991. Making quality reduced-fat cheese. In roceedings, CDR Cheese Research and Technol. Conference, March 6~ 7. University of Wisconsin Madison:35-36.
- Johnston, D. E., and R. J. Murphy. 1984. Effects of fat content on properties of rennet induced milk gels. *Milchwissenschaft*. 39:555-587.
- Kindstedt, P. S., and P. F. Fox. 1991. Modified Gerber test for free oil in melted cheese. *J. Food Sci.* 56(4):1115.
- Kindstedt, P. S., J. K. Rippe., and C. M. Durthie. 1989. Application of helical viscometry to study commercial Mozzarella cheese melting properties. *J. Dairy Sci.* 72:3123-3128.
- Kosikowski, F. V 1982. *Cheese and fermented milk foods*. 2nd ed. Edwards Brothers Inc. Ann Arbor, Michigan.
- Kovacs, M. I., P. W Anderson., and R. G. Eand. 1993. A simple method for the determination of cholesterol and some plant sterols in fished-based food4 products. *J. Food Sci.* 44:1301
- Krimmel, Patricia T. and Edward A. Krimmel. 1994 *Cholesterol lowering and controlling* Franklin Publishers Bryn Mawr. PA.
- Kwak. H. S. C. G Nam and J. Ahn . 2001 Low cholesterol cheese obtained from homogenized and  $\beta$ -cyclodextrin-treated milk. *Asian-AUSTRALIAN J. Animal Sci* 14(2):268-275
- Kwak. H. S. I. J. Jeon and J. Park 1990 Effect of food grade porcine pancreatic lipase on the pröduction of short-chain fatty acids and its contribution. *Korean J. Food Sci Technol* 22(3):248-254
- Kwak. H. S. I. J. Jeon and S. K. Perng 1989 Statistical patterns of lipase activities on the release of short-chain fatty acids in Cheddar cheese slurries. *J. Food Sci* 54:1559
- Lawrence. R. C. and J. Gilles 1987 Cheddar cheese and related dry salted cheese varieties. Page 1 in *Cheese: Chemistry, Physicx and Microbiology*. Vol 2. P. F. Fox. ed. Elsevier Appl. Sci London. England
- Lee, J. S., Ustunol., and D. M. Smith. 1993. Cholesterol removal from cream using  $\beta$ -cyclodextrin and derivatives. 1. *Dairy Sci. Abs.*

- Lee. D. K. J. Ahn and H. S. Kwak 1999 Cholesterol removal from homogenized milk with  $\beta$ -cyclodextrin J. Dairy Sci 82:2327-2330
- Lees G. J and G. R. Jago 1976 Formation of acetaldehyde from threonine by lactic acid bacteria J. Dairy Res. 43:75
- Lelievre J R R Shaker and M. W. Taylor 1990 The role of homogenization from homogenization in the manufacture of halloumi and Mozzarella cheese from recombined milk. J Soc Dairy Technol 43:21-24
- Lelievre, J., R. R. Shaker., and M. W. Taylor. 1990. The role of homogenization in the manufacture of halloumi and mozzarella cheese from recombined milk. J. Soc. Dairy Technol. 43(1):21-24.
- Lim, S. B. 1992. Performance characteristics of continuous supercritical carbon dioxide separation system coupled with adsorption. Ph. D Thesis. Cornell university, USA
- Lin J C C and I J Jeon 1987 Effect of commercial food grade enzyme on fatty acid profiles in granular cheese J Food Sci 52:78
- MaGugan W. A. J. A. Blais M. Boulet R. N. Giroux J. A. Elliot and D.B. Emmons 1975 Ethanol, ethyl esters, and volatile fatty acids in fruity Cheddar cheese. Can Inst Food Sci Technol J 8(4):196
- Makoto. K. O. Akio and S. Rijiuro 1992 Cholesterol removal from animal with cyclodextrin by inclusion. Hinnen LTD. assigne. Japan Pat. No 4, 168, 198
- Manners, T. G. 1993. Milk. In Encyclopaedia of food science, technology and nutrition. Eds. Macrae, R., R. K. Robinson and M. J. Sidler, Academic Press. London. 14.
- Mermelstein, N. H. 1993. A new era in food labeling. Food Technol. 47(2):81-96.
- Metzger L E and V V Mistry 1993 Effect of homogenization on quality of reduced fat Cheddar cheese. 2. Rheology and microstructure J Dairy Sci 76(Suppl 1):145
- Metzger L E and V V Mistry 1994 A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition and yield J Dairy Sci 77:3506-3515
- Nagamoto. S 1985 Cyclodextrin-expanding the development of their functions and applications. Chem. Economy & Ener Rev 17:28-34
- Neogi. S. B. and T. V. R Jude 1978 Effect of homogenization of buffalo milk on the chemical quality of Cheddar cheese. XX Int Dairy Cong 1E 810-811



- Nilson, K. M. 1974. Factors affecting meltability of cheese. Proc. 11th Annu. Marshall Invit. Ital. Cheese Sem., Madison, WI.
- NRC. 1989. Diet and Health: Implications for reducing chronic disease risk. Report of the committee on diet and health. Food and Nutrition Board. National Academy Press, Washington, D. C.
- Oakenfull, D. G., S. S. Gurcharan., and M. L. Rooney. 1990. Cholesterol removal. Australian Patent. 54768-901598.
- Olson, N. F. 1973. Italian cheese making in the year 2000. A. D. Proc. 10th Annu. Marshall Invit. Italian Cheese Seminar, Madison. WI.
- Path J W G Geilman D Schmidt and C Herfurth-Kennedy 1989 Homogenization of milk prior to Cheddar cheese manufacture J Dairy Sci 72:2287
- Patten, S., and R. G. Jensen. 1975. Lipid metabolism and membrane functions of mammary gland. Progress in the chemistry of fats and other lipids. 14:163-277
- Peters I I 1956 Cheddar cheese made from pasteurized milk homogenized at various pressures J Dairy Sci 39:1083
- Protein division New Zealand dairy board. Analog cheese handbook:44.
- Ptton S 1963 Volatile acids and the aroma of Cheddar cheese. J Dairy Sci 48:856
- Quarne, E. L., W. A. carson., and N. F. Olson. 1968. Recovery of milk solids in direct acidification and traditional procedures of manufacturing pizza cheese. J, Dairy Sci. 51:527-530
- Rao A K P Spurgeon J G Parsons G S Torrey R J Beer and S W Seas 1985 Effects of homogenization of milk on yield and quality of Cheddar cheese J Dairy Sci 68:58
- Saito, 2. 1993. Effects of homogenization on the rennet coagulation of milk and cream. IDF Special Issue. 9303:343-351.
- SAS(R) User's Guide. 1986. Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA
- Schaffor, B., and F. Ketting. 1974. The effect of homogenization on the fat-protein structure of acid curd. XIX Int. Dairy Congr. 1E. 198-199.
- Shimp, L. A. 1985. Process cheese principles. Food Technol. 39:63-72.
- Shishikara, A., K. Fujimoto., T. Kaneda., K. Arai., and S. Saito. 1986. Modification of butter oil by extraction with supercritical carbon dioxide. Agri. Bio. Chem. 50:1209.
- Shukla, A., A. R. Bhaskar., S. S. H. Rizvi., and S. J. Mulvaney. 1994. Physicochemical

- rheological properties of butter made from supercritically fractionated milk fat. *J. Dairy Sci.* 77:45-54.
- Szejtli J 1982 Chemistry and separation of cyclodextrins and their inclusion complexes, Akademiai Kiado, Budapest, Hungary p 17-43
- Teubner Christian, *The Cheese Bible*, 1990. Mondadori Italy.6-111.
- Thakar P N 1985 Evaluation of selected treatment for accelerating ripening of buffalo milk Cheddar cheese. Ph D Thesis Gujarat Agricultural University Anand India
- Tsui, I. C. 1989. Rapid determination of total cholesterol in homogenized mil. *J. Assoc.*011. *Anal. Chem.*,72(3):424.
- Tunick, M. H., E. L. Malin., P. W. Smith., and V. H. Holsinger, 1995. Effect of skim milk homogenization on proteolysis and rheology of Mozzarella cheese. *Int. Dairy J.* S:483-491.
- Tunick, M. H., E. L. Malin., P. W. Smith., J. J. Shieh., B. C. Sullivan., K. L. Mickey., and V. H. Holsinger. 1993. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheese prepared From homogenized milk. *J. Dairy Sci.* 76:3621-3628.
- Tunick, M. H., K. L. Mackey., J. J. Shieh., P. W. Smith., P. Cooke., and E. L. Malin. 1993. Rheology and microstructure of low fat Mozzarella cheese. *Int. Dairy J.* 3:649-662.
- Tunics, M. H. 1994. Effect of homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 77:2487-2493.
- U. S. Department of agriculture, Agricultural marketing service. 1959. Federal and state standards for the composition of milk products(and certain non-milkfat products). Agriculture handbook No. 51, Washington, D. C.
- USDA. 1976. Composition of foods : Dairy and egg Products, Agricultural HB 8-1, Agriculture Research Service.
- Vollbrecht H R 1991 Process for the removal of cholesterol and cholesterol esters from egg yolk U.S Pat 5,063,077
- Walstra P and T van Vliet 1986 The physical chemistry of curd making Netherlands *Milk and Dairy Journal* 40:241-259
- Walstra, P., and R. Jenness. 1984. *Dairy chemistry and Physics*. John Wiley and Sons. New York.

- 곽해수, 1996. 최근 외국의 영양표시 실태와 운영현황. Korean Dairy Technol. 14(1):17-31
- 곽해수, 1993. 최근 유가공 산업의 기술개발 현황과 방향, 축산기술과 산업 (1):17
- 김영교, 김영주, 김현욱. 1994. 우유 및 유제품의 과학. 선진문화사.
- 서울우유협동조합 연구보고서. 1993. 유제품의 cholesterol 제거 기술 개발 연구. 한국 식품개발원.
- 이동국. 1997.  $\beta$ -cyclodextrin을 이용한 우유의 cholesterol 제거 최적화. 세종대학원 식품공학과 석사학위논문.
- 정청송 외 5인. 2002. 조리과학기술. G.C.S. (Cheddar Cheese Soup)pp.215.
- 한국식품연감. 1996. 농수축산식품 p 344.
- 한국영양학회. 1995. 한국인 영양권장량. 제 6차 개정. p40.
- 홍운호. 1995. 균질화가 유제품의 이화학적, 영양학적 및 가공학적 특징에 미치는 영향:중설. Korean J. Dairy Sci. 17(1):59-72.