

콜레스테롤을 제거한 치즈의 개발에 관한 연구

A Development of Cholesterol Removed Cheese

정 청 송*

【목 차】

- | | |
|--------------|--------|
| I. 서론 | IV. 요약 |
| II. 재료 및 방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

I. 서론

성서에는 우유와 젖 이야기가 아브라함 시대부터 기록되어있다.¹⁾ 우유를 히브리어로 하랍(חלב)이라 하며 Cheese는 거비나(קניב)이다.²⁾ 하나님께서는 인류에게 젖과 꿀이 흐르는 땅을 약속하였다.³⁾ 현대 생활에서 가장 사랑 받는 식품이 우유제품과 치즈(Cheese)이다. 그러면서도 제조 원가가 높다는 이유로 인하여 유가공업자간에는 cheese의 제조를 기피하고 있다. Cheese의 제조는 Cow, Sheep, Goat, Buffalo, Camel, Yak, Reindeer등의 Milk로 만들어진다.⁴⁾ Cheese는 숙성과 비숙성 치즈로 구분하여진다.⁵⁾ 최근 저지방 다이어트 식품에 대한 소비자의 높은 관심으로 용용시 과다한 생성은 cheese가 지방함량이 높은 식품으로 잘못 인식될 수 있다는 문제점 때문에 외관상의 품질을 저하시키는 심각한 결함으로 인식되고 있다.⁶⁾ 그러나 우유의 유지방 함량을 줄이는 방법을 사용하면 향미와 조직이 변하여 기호성이 저하되는 결점이 있으므로 제품중 유지방은 그대로 두고 cholesterol만 선택적으로 감소시킨 cheese를 제조하는 추세에 있다.

* 경희대학교 조리과학과

1. Removal Cholesterol 란

최근에 우리나라 국민들의 소득 증가에 따른 식생활 양식의 다원화로 서구식 식문화가 확산되어 가는 실정이다. 특히, 우유 및 치즈를 포함한 유제품 및 육류의 소비가 지난 10년 사이에 급속히 증가하였다.⁷⁾ 이에 따른 지방의 섭취 또한 증가추세를 나타내고 있다. Cholesterol을 비교적 많이 함유하는 식품으로는 육류, 난황, 버터 등을 들 수 있으며, 유제품 중에서는 버터 210mg/100g, 37% 크림 137mg/100g, 체다치즈 105mg/100g과 시유에는 비교적 적은 14mg/100g 등이 함유되어 있다.⁸⁾ 우유 및 유제품은 유아부터 노인에 이르기까지 널리 소비되는 거의 완전식품으로서 영양이 풍부하고 cholesterol 함량도 비교적 낮으나 치즈나 버터로 가공될 경우에 cholesterol 함량이 매우 증가하게 된다. 따라서 우유에 존재하는 cholesterol 함량을 최소화하여 cholesterol 함량이 낮은 유제품을 개발하는 것은 국민의 건강 증진은 물론, 유제품의 고부가가치 창출의 측면에서도 중요한 의의가 있다 하겠다. 여러 낙농 선진국에서 이들 제품의 cholesterol 함량을 낮추는 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근 들어 식물성 지방으로 유지방을 대체한 유제품들이 선진 외국에서 다양하게 시장에 선을 보이기 시작했다. cheese에 있어서도 우유를 탈지하고 유지방을 sunflower oil로 대체한 low cholesterol cheese에 관한 연구가 보고되었다.⁹⁾ 그러나 식물성 지방으로 가공된 제품들은 맛과 향미에서 소비자들의 선호도가 떨어지는 실정이다. 따라서 동물성 지방에 내재하는 cholesterol을 선택적으로 제거하여 동물성 식품에서 cholesterol 함량을 줄이려는 연구는 최근 수십년 동안 많이 이루어져 왔다.¹⁰⁾ 미국에서도¹¹⁾ Bradley가 유사한 연구를 하였다.

그러나 이 연구는 실험실적 수준에 있는 실정이며, 유가공 산업에 이용하기에는 기술적 면의 발전이 신속하지 못하여 아직 산업화하지 못하고 있는 실정이다. 또 다른 방법으로 흡착제를 이용하여 유제품의 콜레스테롤을 제거하려는 시도가 시작되어 Oakenfull등이 β -cyclodextrin을 우유와 크림에 적용시켜 콜레스테롤을 제거하는 방법과¹²⁾ 사포닌(saponin)과 콜레스테롤과 결합하여 콜레스테롤 제거방법과¹³⁾ 미생물과 효소에 의한 콜레스테롤 제거방법¹⁴⁾ 등이 있다.

2. Homogenization milk

우유와 유제품의 균질화란 착유된 유지방의 평균 지름 1.0~10.0 μ m를 미세하게 약 0.1~2.2 μ m의 크기로 하여 동질성을 유지시키며, 약 5℃에서 48시간 정치하였을 때 제품에서 크

림의 분리가 눈에 떨 정도로 일어나지 않는 것을 의미한다.¹⁵⁾ 많은 제품들의 경우에 균질화는 점도의 증가로 입에서 느끼는 감각을 좋게 하고 저장성을 높이는 것으로 알려져 있다. 효과적인 균질화에 필요한 온도는 60~70℃이고, 균질화에 이용되는 압력은 보통 70~200kg/cm²(1000~2850psi) 정도이며, 우유의 균질화 효과는 비교적 낮은 70kg/cm²(1000psi)의 압력으로도 충분하다는 보고도 있다.¹⁶⁾

Cheese에 균질 한 우유를 사용하는 것은 치즈의 수율을 향상시키고, 제품에 흰색을 주기 위해서 이다.¹⁷⁾ 이것은 작아진 지방구가 단백질과 흡착하여 일어나는 상호작용의 결과라고 보고하였다. 그러나 균질한 skim milk에 균질하지 않은 cream을 첨가하여 cheese를 제조하면 melting을 방해하지 않으며, 이것은 우유의 단백질 성분만이 균질의 영향을 받기 때문이라고 하였다. 균질화가 치즈 제조시 curd tension의 감소로 whey로 curd dust의 유출이 증가되고, Cheddar cheese의 경우 응유력 감소로 제품의 결함을 야기시키며, 연성치즈에서는 curd의 stretching과 melting을 감소시키는 등 단점들이 나타났으나, Table 1과 같이 장점들도 많이 보고되어 왔다

Table 1. Advantages of homogenization for cheese making

- Reduced manufacturing time
- Improved salt penetration in cheese curd
- Increased keeping quality
- Savings in energy

본 실험은 β-cyclodextrin을 사용하여 cholesterol을 제거한 균질 우유로부터 cholesterol이 제거된 치즈 제조의 조건을 규명하고, 그 조건에 따라 제조된 cheese의 특성 및 관능 검사를 함으로써 cholesterol이 제거된 cheese의 개발 가능성을 조사하는데 그 목적을 두고 있다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 시료

본 실험에 사용된 시료 원료 유는 서울유업에서 원유검사에 합격한 원유를 공급받아 cream separator(Elecrem, Co., Valves, France)로 분리하여 얻은 탈지유를 원유와 혼합하여

4 · 관광식품료경영연구

유지방 3.5%로 표준화하고, HC 5000 Homogenizer (Microfluidics Co., Newton, MA, U.S.A.) 를 이용하여 균질한 후 사용하였다. 원료 유 내의 cholesterol을 제거 흡착제인 β -cyclodextrin(Nihon shokuhin cako Co., Osaka, Japan)을 사용하였다.

2. 방법

1) 원료유의 cholesterol 제거 율 측정

(1) β -cyclodextrin를 이용한 cholesterol 제거

본 실험에 사용된 유지방 3.5%의 원료유는 균질압력을 400, 600, 900, 1200psi(kg/cm²), 균질온도를 40, 50, 60, 70°C, β -cyclodextrin 함량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 다양한 조건에 따라 처리한 후 시료 50g을 200ml 비이커에 넣고, 교반속도 800rpm, 교반온도 10°C, 교반시간 10분, 원심분리 속도 15 × g, 원심시간 10분 등의 실험조건에 따라 cholesterol 제거실험을 실시하였다.¹⁸⁾

(2) GC 정량분석을 위한 시료준비

위에서 cholesterol 제거를 위하여 처리된 우유 2grams을 취하여 screw cap tube에 넣고 1ml 내부표준물질(5 α -cholestane 2mg/ml 99.8% ethanol)과 10ml 2M ethanolic potassium hydroxide(KOH) 용액을 첨가한 후 잘 혼합하였다. Lee, Dong Kuk. (1997). 65°C 항온수조에 서 30분간 검화한 후 실온으로 냉각하였다.¹⁹⁾ 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 2회 반복 실시하였다. 추출 액을 감압 농축기로 농축시킨 후 1ml hexane에 녹여 microtube에 보관하였다가 사용하였다.²⁰⁾

Table 2. Instrument and working conditions of cholesterol analysis by gas chromatography for cheese treated with β -cyclodextrin

Temperature program : 200°C → 10°C/min → 310°C (20min)
Temperature of injector : 275°C
Temperature of detector : 305°C
Detector : FID(flame ionization detector)

(3) GC 정량분석

Microtube에 보관한 시료에서 2 μ l를 취하여 Table 2와 같은 조건에서 GC에 injection하여 cholesterol과 cholestane의 머무름 시간과 각각의 피크면적에 의해 정량분석을 실시하였다.²¹⁾

2) manufacture Cheese

Cholesterol을 제거한 cheese를 제조하는 전 과정은 Fig. 1에 도시한 바와 같다.

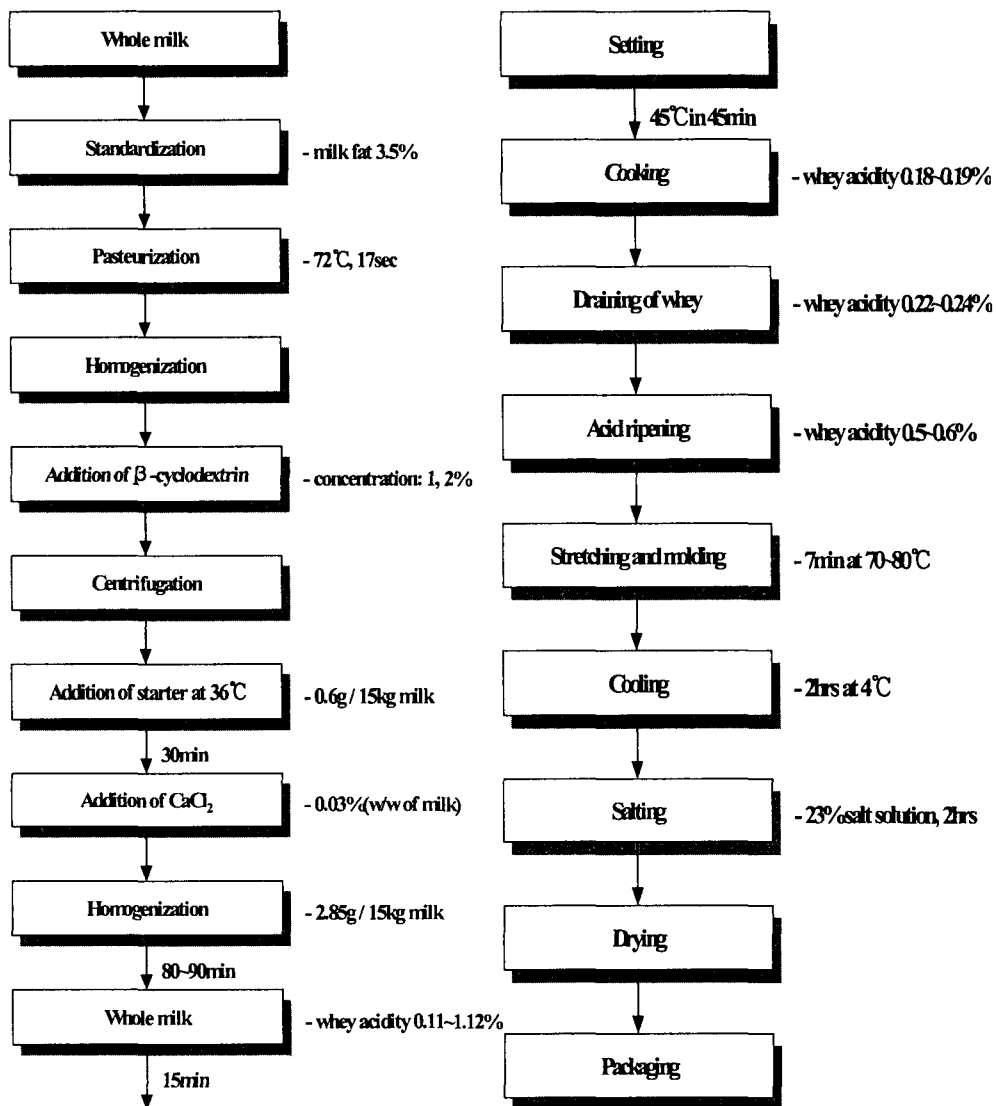


Fig 1. Flow chart for the manufacture of cheese from homogenized milk treated with β -cyclodextrin

6 · 관광식음료경영연구

즉, 유지방 3.5%로 표준화한 원료유는 73℃에서 15초간 살균하였고, 각각 다른 압력 즉, 0, 600, 900, 1200 psi(kg/cm²)으로 균질 한 후 β -cyclodextrin(0, 0.5, 1, 1.5, 2%)으로 처리하였다. Control은 균질과 β -cyclodextrin의 처리를 하지 않았으며, β -cyclodextrin으로 처리한 원료유는 원심분리를 통해 β -cyclodextrin을 제거하였다. 준비된 15kg의 원료유는 37℃로 온도를 유지하였으며, 1 : 1의 비율로 제조된 freeze-dried DVS starter(TCC-3, Chr. Hansen Lab., Denmark)를 0.6g(0.004%)첨가하고, 30분간 교반한 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, 80분간 정치하였다. 치즈 제조용 칼(wire knife)로 1/2 inch크기로 커드를 절단하고, 14분간 정치, 교반하면서 서서히 40분 안에 47℃로 가온하였다. Whey의 산도가 0.22~0.24%일 때 whey를 배출한 후 whey와 같은 온도의 물로 Curd를 수세하였다. Curd를 vat의 벽 쪽으로 모으고 slab으로 자른 후 14분 간격으로 뒤집으면서 whey의 산도가 0.5~0.6%가 되었을 때 75~85℃ 물에 넣고 6분간 손으로 잡아당기고 주물러서 stretching을 하고 molding 하였다. Molding된 치즈는 5℃의 냉장수에 1.5시간 동안 냉장, 25% salt 용액에 1.5시간동안 염지, 건조한 후 polyethylene film으로 진공 포장하였다.

3) 수율측정

제조된 각 시료의 수율은 Jana와 Upadhyay의 방법²²⁾에 따라 wt. cheese / wt. milk × 100으로 나타냈다..

4) 일반조성

제조된 control 치즈의 단백질, 지방, 수분, ash 함량은 A.O.A.C. 방법²³⁾에 따라 측정하였다.

5) Cheese의 cholesterol 정량분석

(1) GC 정량분석을 위한 시료준비

시료 0.25g을 screw cap tube에 넣고 0.25ml 내부표준물질(5 α -cholestane 1mg/ml 99.8% ethanol)과 10ml 2M ethanolic potassium hydroxide(KOH)용액을 첨가 혼합하였다. 80℃ 항온 수조에서 120분간 검화한 후 실온으로 냉각하였다.²⁴⁾ 1차로 5ml hexane과 2.5ml distilled water를 첨가하여 교반한 후 분리된 상층 액을 수거하여 round flask에 담았다. 그 후 5ml hexane을 첨가하여 교반하고 상층 액을 수거하였으며 이를 3회 반복 실시하였다. 추출 액

을 감압 농축기로 농축시킨 후 1ml hexane에 녹여 microtube에 보관하였다.²⁵⁾

(2) GC 정량분석

Microtube에 보관한 시료에서 2ml를 취하여 Table 2와 같은 조건에서 GC에 injection하여 cholesterol과 cholestane의 머무름 시간과 각각의 피크면적에 의해 정량분석을 실시하였다.²⁶⁾

6) 용융성(meltability) 검사

Schreiber시험법(Tunick²⁷⁾ 등)에 의하여 5mm×18mm(depth×dia.)의 원형시료를 만들어 90mm의 Petri 접시에 올려놓고 250℃에서 4분간 가열하였을 때 용융된 시료의 직경을 측정용 paper를 사용하여 구하였다.

7) 신축성(stretchability) 검사

Toast Bread 위에 20gram의 피자소스를 바른 후 Thin sliced cheese(30g)을 골고루 얹는 다음 시료를 전자오븐에 넣고 1분간 가열처리하고, 1분간 식힌 후 포크로 찢어 올린다. 이때 시료가 30cm이상의 신전성이 있을 때 5점으로 정하고, 20cm이상이면 4점, 10cm이상이면 3점, 5~10cm미만은 2점, 5cm미만은 1점으로 하였다.²⁸⁾

8) 조직(texture) 검사

4℃의 냉장고에서 48시간 보존한 치즈를 10mm×20mm(dia.×depth)의 시료로 만들고 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 둘째 peak의 면적과 첫째 peak의 면적으로 나눈 값으로 표시하

였다.

4) 고무질성(gumminess) = hardness × cohesiveness

5) 저작성(chewiness) = gumminess × elasticity

9) 관능검사

여러 다른 균질 압력 즉, 400, 600, 900, 1200psi(52-70kg/cm²)과 β -cyclodextrin 첨가량(0.5, 1, 1.5 2%)으로 처리한 우유로 제조된 cheese와 균질과 β -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 관능적 특성을 비교하기 위하여 appearance, flavor, texture을 평가하였다. 관능검사 요원은 cheese의 appearance, flavor, texture 특성을 식별할 수 있는 14명을 선발한 후 훈련시켜 검사에 임하게 하였다. 관능적 특성의 강도 평가는 다시료 비교법에 의한 7점 채점법으로 3회 실시하여 통계 처리하였다.²⁹⁾

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시료 원료유의 cholesterol 제거율

Milk의 cholesterol은 약 70% 이상이 유지방 구에 존재하고 있으며, 약 18%만이 유지방 구에서 분리된 형태로 우유 중에 존재하기 때문에 β -cyclodextrin과의 결합으로 cholesterol을 효과적으로 제거하기 위해서는 유지방 구에 존재하는 80%의 cholesterol을 유지방 구에서 분리시킬 수 있는 균질 화가 반드시 필요하다. 그러나 일반적인 치즈의 제조는 균질하지 않은 우유를 사용하는데 그 이유는 cheese curd의 견고성과 탄력성 때문인 것으로 알려져 있으며, 균질한 우유를 사용하여 제조한 cheese curd의 입자 크기가 현저히 작아 위의 특성들이 control에 비해 현저히 떨어지는 것으로 보고되었다. 따라서 우유의 균질 시의 압력, 온도 그리고 cholesterol 흡착물질인 β -cyclodextrin함량 등의 조건을 달리 하면서 cholesterol 제거를 위한 각각의 영향을 관찰하였다.

1) 균질압력의 영향

균질압력 400, 600, 900, 1200psi(0,-70kg/cm²)에서 우유의 cholesterol 제거에 가장 효과적인 균질압력을 선택하기 위하여 한철온도 60℃, β -cyclodextrin 첨가량 1%, 교반속도 800rpm,

교반시간 10분, 원심분리 속도 15 x g, 원심분리 시간을 10분으로 하여 비교실험을 하였으며, 그 결과는 Table 3에서와 같다.

Table 3. Effect of homogenization pressures on cholesterol removal from raw milk

Pressure of homogenization (psi)	Cholesterol removal (%)
400	30.29 ± 1.07 ^c
600	49.17 ± 1.07 ^c
900	64.88 ± 1.07 ^b
1200	75.64 ± 1.07 ^a

¹Means of triplicate. Means in a column with the different letter are significant (P<0.05).

²Other experimental factors include homogenization temp., 70°C

압력이 클수록, curd의 견고성과 탄력성이 감소하며 특히 cheese의 질감 저하 등이 증가하는 결점이 있으며, 비교적 낮은 압력에서 치즈를 제조하는 것이 이러한 결점들을 최소화할 수 있다고 사료되었고, whole milk로 cheese를 제조하는 본 실험에서는 가능한 한 1200psi(70kg/cm²) 이상의 균질압력을 이용하는 것은 바람직하지 않다고 사료되어 1200psi (70kg/cm²)의 균질 압력이하에서 cholesterol 제거율이 우수한 조건을 찾으려고 시도하였다.

2) 균질온도의 영향

균질온도 40, 60, 65, 70°C에서 우유의 cholesterol 제거에 가장 효과적인 균질온도를 선택하기 위하여 앞의 실험에서 가장 적당하다고 사료되는 균질압력 1200psi(70kg/cm²)에 β-cyclodextrin 첨가량 1%, 교반속도 800rpm, 교반시간 10분, 원심분리 속도 15 x g, 원심분리 시간을 10분으로 하여 비교실험 하였으며 그 결과 Table 4와 같다.

Table 4. Effect of homogenization temperatures on cholesterol removal from raw milk

Temperature of homogenization (°C)	Cholesterol removal (%)
40	71.75 ± 0.41 ^c
60	72.95 ± 0.41 ^c
65	75.71 ± 0.41 ^b
70	78.22 ± 0.41 ^a

¹Means of triplicate. Means in a column with the different letter are significant (P<0.05).

²Other experimental factors include homogenization pressure, 1200psi; β -cyclodextrin added, 1%; mixing speed, 800rpm; mixing temp., 10°C; mixing time, 10min; centrifugal force, 15 x g; centrifugation time, 10min.

모든 균질 온도에서 71% 이상의 cholesterol 제거율을 나타내었고 그중 78.22%로 가장 높은 제거율을 보인 70°C가 적당한 균질 온도로 관찰되었다. 효과적인 균질화에 필요한 온도는 60~70°C로 알려져 있으나, 본 실험에서는 가능한 낮은 균질 압력과 온도를 찾아 경제적인 면과 품질 면에서 높은 효과를 기대하고자 균질시 적정 온도인 70°C 보다 낮은 균질온도에서 우유의 cholesterol 제거율에 미치는 영향을 관찰하였다.

3) β -cyclodextrin의 영향

앞에서 제시된 우유의 cholesterol 제거에 적당한 균질압력 1200psi(70kg/cm²), 균질온도 70°C로 처리된 우유에 β -cyclodextrin 첨가량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 정하여 시료에 각각 첨가한 후 교반속도 800rpm, 교반온도 10°C, 교반시간 10분, 원심분리 속도 15 x g, 원심분리 시간을 10분으로 일정하게 유지하면서 비교실험하였으며, 그 결과는 Table 5와 같았다.

균질압력 1000psi(70kg/cm²), 균질온도 70°C에서 처리한 우유에 1.0% 첨가한 결과, cholesterol 제거율이 78.21%로 β -cyclodextrin 첨가량 1.0% 사이에 유의적인(p<0.05) 차이를 보이며 아주 큰 폭의 cholesterol 제거율의 차이가 있었다. 1.5% 첨가시 cholesterol 제거율이 83.29%로 β -cyclodextrin 첨가량 1.0%와 유의적인(p<0.05) 차이를 보이며 5.08% 증가하였고, 2.0% 첨가시에는 86.29% 1.5% 첨가시 보다 제거율이 2.78% 증가되었으나 서로간의 유의적(p>0.05) 차이는 없었다.

Table 5. Effect of various β -cyclodextrin concentrations on cholesterol removal from raw milk

Concentration of β -cyclodextrin (%)	Cholesterol removal (%)
0.5	46.19 \pm 0.73 ^c
1.0	78.21 \pm 0.73 ^b
1.5	83.29 \pm 0.73 ^a
2.0	86.05 \pm 0.73 ^a

¹Means of triplicate. Means in a column with the different letter are significant ($P < 0.05$).

²Other experimental factors include homogenization pressure,

처리한 우유의 cholesterol 제거에 미치는 영향은 1.0% 1.5% 이상에서는 큰 영향을 미치지 않았지만, β -cyclodextrin 첨가량이 증가할수록 cholesterol 제거율은 증가하였다. 그러나 Lee의 실험에서는 우유의 균질을 175kg/cm²(2200psi)으로 하고 β -cyclodextrin의 첨가량 0.5, 1.0, 2.0%로 할때 cholesterol 제거율이 92.2, 94.0, 88.6%로 1.0% 첨가시 제일 높은 제거율을 보였으며, β -cyclodextrin 2% 첨가시 오히려 제거율이 낮아지는 것을 볼 수 있었고, β -cyclodextrin 0.5%의 함량도 우유중 cholesterol 제거에 충분한 것으로 나타났다. 이것은 Lee의 실험의 균질압력(2200psi)과 본 실험의 균질압력(1200psi)에서 오는 차이 때문인 것으로 사료된다.

2. cheese의 cholesterol 제거율

균질과 β -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 β -cyclodextrin 첨가량을 달리하여 제조한 cheese의 cholesterol 제거율은 Table 7과 같았다.

Table 6 Effect of homogenization pressures and β -cyclodextrin concentrations treated milk on cholesterol removal from cheese¹

Pressure of homogenization (psi)	Concentration of β -cyclodextrin(%)	
	1	2
	- Cholesterol removal(%)	
400	30.29 \pm 0.88 ^e	43.35 \pm 0.88 ^a
600	51.19 \pm 0.88 ^a	62.27 \pm 0.88 ^b
900	63.92 \pm 0.88 ^b	71.94 \pm 0.88 ^c
1200	68.43 \pm 0.88 ^d	75.27 \pm 0.88 ^e

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

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

본 실험에서는 균질압력 1200psi(91kg/cm²), β -cyclodextrin 첨가량 2%로 처리한 우유로 만든 cheese가 cholesterol 제거율이 75.27%로 가장 높았다. 균질압력을 더 높게 하면 whole milk로 제조된 cheese의 cholesterol 제거율도 상당히 향상될 수 있을 것으로 생각되었으나, 반대로 치즈의 품질을 상당히 떨어뜨릴 수 있다고 사료된다.

3. 조직(texture) 검사

균질과 β -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 hardness, gumminess, chewiness 측정값은 각각 나타내었다⁵⁾.

균질과 β -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈의 cohesiveness, elasticity 측정값은 각각 0.96과 0.93cm를 나타내었다. β -cyclodextrin 1%로 처리한 우유로 제조된 cheese의 cohesiveness, elasticity는 균질압력 750psi

4. 관능 검사

균질과 β -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 우유로 제조된 control 치즈의 평가점수를 4로 정하고 각각의 시료와 비교하여 control과 관능적 특성에 차이가 없으면 4점, control보

다 좋으면 4점 이상, 나쁘면 4점 이하로 하는 다시료 비교법에 의한 7점 채점법으로 평가하였다.

Table 7. Effect of homogenization pressures on sensory analysis of cheese made from milk treated with 1% β -cyclodextrin

Homogenization pressure (psi)	Appearance	Flavor	Texture
400	4.00 ± 0.19 ^a	4.00 ± 0.31 ^a	4.00 ± 0.26 ^a
600	4.89 ± 0.19 ^b	4.25 ± 0.31 ^a	1.78 ± 0.26 ^b
900	5.11 ± 0.19 ^{bc}	4.50 ± 0.31 ^a	1.67 ± 0.26 ^b
1200	5.56 ± 0.19 ^c	4.63 ± 0.31 ^a	1.44 ± 0.26 ^b

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

²As the value increase from 1 to 7, the intensity of sensory characteristics increases.

Table 8. Effect of various homogenization pressures on sensory analysis of cheese made from milk treated with 2% β -cyclodextrin

Homogenization pressure (psi)	Appearance	Flavor	Texture
400	4.00 ± 0.18 ^a	4.00 ± 0.28 ^a	4.00 ± 0.24 ^a
600	5.00 ± 0.18 ^b	4.50 ± 0.28 ^a	1.89 ± 0.24 ^b
900	5.22 ± 0.18 ^{bc}	4.25 ± 0.28 ^a	1.56 ± 0.24 ^b
1200	5.56 ± 0.18 ^c	4.63 ± 0.28 ^a	1.22 ± 0.24 ^b

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

²As the value increase from 1 to 7, the intensity of sensory characteristics increases.

Flavor가 향상되었고, β -cyclodextrin 첨가량 2%로 처리한 경우도 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, 본 실험에서도 control 치즈에 비하여 균질처리를 한 치즈에서 짠맛과 acidic flavor가 좀더 강한 것으로 관찰되었고, 이러한 요인들이 치즈의 flavor를 향상시킨 것으로 사료된다.

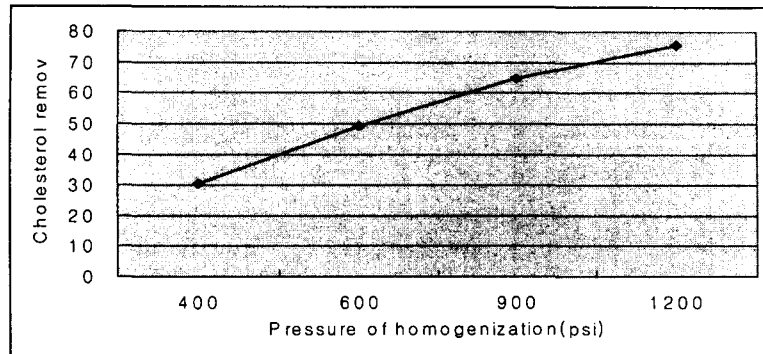


Figure 2. Effect of homogenization pressure on cholesterol removal from raw milk

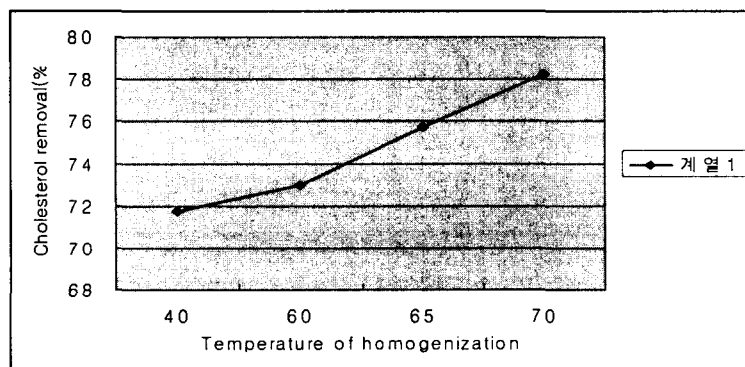


Figure 3. Effect of homogenization temperature on cholesterol removal from milk

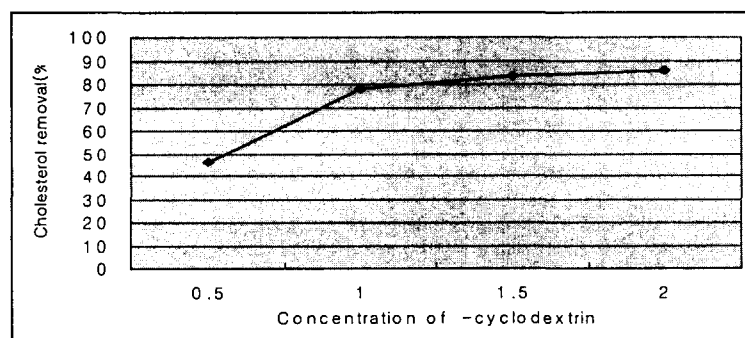


Figure 4. Effect of various β -cyclodextrin concentrations on cholesterol removal from raw milk

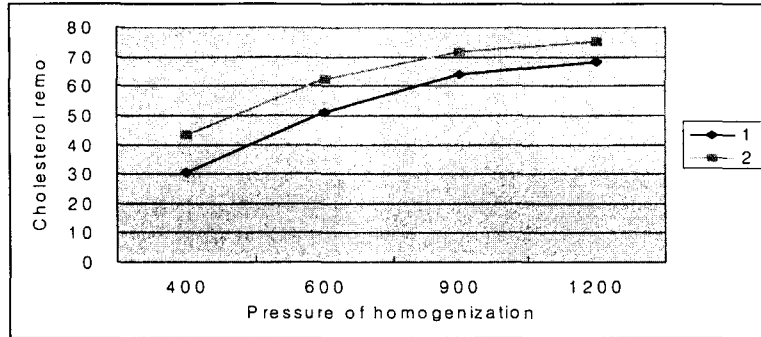


Figure 5. Effect of homogenization pressures and β -cyclodextrin concentrations treated milk on cholesterol removal from cheese.

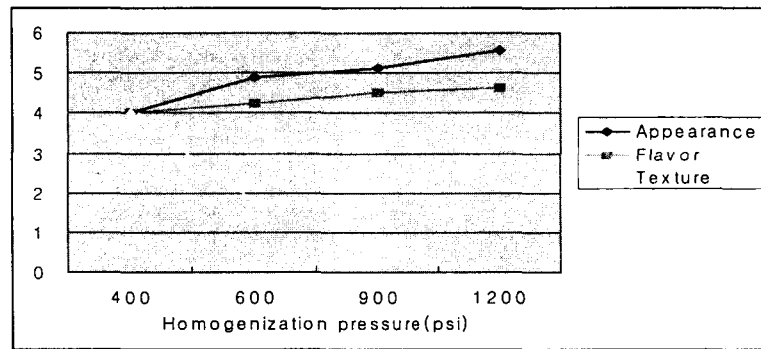


Figure 6. Effect of homogenization pressures on sensory analysis of cheese made from milk treated with 1% β -cyclodextrin

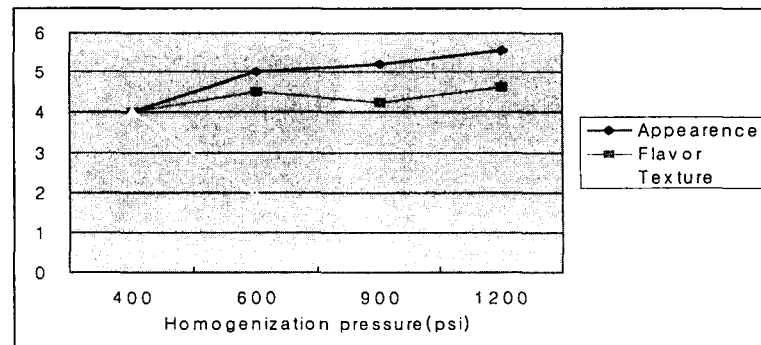


Figure 7. Effect of homogenization pressures on sensory analysis of cheese made from milk treated with 2% β -cyclodextrin

IV. 요약

본 실험은 β -cyclodextrin을 사용하여 cholesterol을 제거한 균질우유로부터 cholesterol이 제거된 치즈 제조의 조건을 규명하고, 그 조건에 따라 제조된 cheese의 특성 및 관능 검사를 함으로써 cholesterol이 제거된 cheese의 개발 가능성을 조사하는데 그 목적을 두고 있다. 치즈 제조에 적합하다고 사료되는 낮은 균질압력에서 효과적인 cholesterol 제거율을 알아보기 위해 균질압력 0, 250, 500, 750, 1000psi(0-70kg/cm²)와 균질온도 40, 50, 60, 70℃ 그리고 β -cyclodextrin 첨가량 1.0, 1.5 2.0% 등의 3가지 조건에 따라 우유를 처리하여 cholesterol이 제거된 cheese의 제조에 적합한 조건으로는 균질압력 1000psi(70kg/cm²), 균질온도 70℃, β -cyclodextrin 첨가량 2.0%로 관찰되었다. 따라서 균질온도는 70℃로 정하고, 균질압력을 400, 600, 900, 1200psi(0- 91kg/cm²)로, β -cyclodextrin 첨가량을 1과 2%로 처리하여 제조한 cheese와 균질을 하지 않고 β -cyclodextrin의 처리를 하지 않은 control 치즈간의 수율, cholesterol 제거율, mettability, stretchability, oiling off, 조직검사, 관능검사 등의 실험을 실시하여 control 치즈와 가장 유사한 cholesterol이 제거된 cheese 개발의 가능성을 시도하였고, 그 결과는 다음과 같다.

1. Cholesterol을 제거한 cheese의 제조에서 최적조건은 균질압력 1200psi(70kg/cm²), 균질온도 70℃, β -cyclodextrin 첨가량 2%였으며, 이때 우유의 cholesterol의 제거율이 86.05%로 가장 높게 나타났다.

2. Cholesterol을 제거한 cheese들의 수율은 모두 12.53%(control 10.54%) 이상으로 균질처리가 cheese의 수율을 18.88%이상 향상시키는 것으로 나타났다.

3. 유지방 함량 23.80%인 control 치즈의 cholesterol 함량은 81.47mg/100g이었고, 균질압력 1200psi(91kg/cm²)에 β -cyclodextrin 2%를 첨가한 cheese에서는 cholesterol 함량이 20.15mg/100g으로 cholesterol 제거율이 75.27%로 가장 높게 나타났다.

4. Meltability는 균질압력 1200psi(91kg/cm²)에 β -cyclodextrin 1과 2%로 처리한 치즈에서 2.25cm(control 3.34cm)로 가장 낮았으며, 균질압력이 증가할수록 meltability가 감소하여 치

즈의 품질을 저하시켰다.

5. Control 치즈의 stretchability는 30cm 이상 늘어나 가장 양호한 수치인 5점을 나타낸 반면, cholesterol을 제거한 cheese에서는 5~10cm 사이를 나타내어 2점으로 stretchability가 저하된 것을 볼 수 있었다.

6. Oiling off는 균질압력 1200psi(91kg/cm²)에 β -cyclodextrin 1과 2%로 처리한 치즈에서 0.03%(control 2.46%)로 가장 낮았으며, 균질압력이 증가할수록 oiling off는 감소하여 치즈의 외관상 품질을 향상시켰다.

7. Hardness, gumminess, chewiness는 균질압력 1200psi(91kg/cm²)에 β -cyclodextrin 1%로 처리한 치즈에서 각각 나타내었으며, control과 cholesterol을 제거한 치즈들 사이에 유의적 ($p<0.05$) 차이를 보이며 큰 감소를 나타내었다.

8. Cholesterol을 제거한 cheese의 appearance와 flavor는 1200psi (91kg/cm²)일 때 각각 가장 높은 5.56과 4.63(control 4.00)으로 균질압력이 증가하면서 향상되었으며, texture score는 균질압력 1200psi(91kg/cm²)에 β -cyclodextrin 2%일때 1.22(control 4.00)로 가장 낮은 수치를 나타내었고, 균질이 cheese의 texture score를 상당히 저하시키는 것을 알 수 있었다.

9. 이 실험결과, 균질압력 1200psi(91kg/cm²)에 β -cyclodextrin 2% 첨가한 cheese에서 cholesterol 제거율이 75.27%로 가장 높았으며, 균질처리가 cheese의 수율, oiling off, appearance score, flavor scope 등을 향상시켰고, meltability, stretchability, hardness, gumminess, chewiness, texture score를 저하시키는 것으로 나타나 cholesterol이 상당부분 제거된 cheese의 개발 가능성이 관찰되었다.

참고 문헌

- 1) The Holy Bible,1999. Genesis 18:8.
- 2) Sivan, reuven and Levenston, Edward. A. 1986. hebrew & English Dictionary, The New Bantam-Megiddo, Books Inc. New York.
- 3) The Holy Bible.1998. Exodus 3: 8.
- 4) Teubner, Christian. 1998. The Cheese Bible, Pengium Putnam, New York.
- 5) Kosikowski, F. V 1982. Cheese and fermented milk foods. 2nd ed. Edwards Brothers Inc. Ann Arbor, Michigan.
- 6) Kindstedt, P. S., and P. F. Fox. 1991. Modified Gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. J. Food Sci. 56(4):1115.
- 7) Kwak Hae Soo. 1993. Dairy Industry Development, Animal Techology and Industry. (1):17
- 8) USDA. 1976. Composition of foods : Dairy and egg Products, Agricultural HB 8-1, Agriculture Research Service.
- 9) Ghosh, B. C., and S. Kulkarni. 1996. Low cholesterol Mozzarella cheese technology standardization. J. Food Sci. Technol. 33(6):488-492.
- 10) Shishikara, A., K. Fujinoto., T. Kaneda., K. Arai., and S. Saito. 1986. Modification of butter oil by extraction with supercritical carbon dioxide. Agri. Bio. Chem. 50:1209.
- 11) Bradly, L. L. 1989. Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. J. Dairy Sci. 72:2834.
- 12) Oakenfull, D. G., S. S. Gurcharan., and M. L. Rooney. 1990. Cholesterol removal. Australian Patent. 54768-901598.
- 13) Sundfeld, E., S. Yun, M.J. Krochata, and T. Richardson. 1993a. Separation of Cholesterol from butteroil using quillaja saponins. Effects of pH,16:191-205 temperature, agitation and concentration quillaja sodacon
- 14) Beiz, C., Hartman, P. A. Young, H. W.and Zaks, A. 1993. Use of enzyme to decrease cholesterol content of dairy product. Progress report to Wisconsin Milk Marketing Board.
- 15) Gall, T. L., and S. B. Gall. 1993. Consumers' guide to product grades and terms. Gall Research Inc. Detroit.

- 16) Saito, 2. 1993. Effects of homogenization on the rennet coagulation of milk and cream. *IDF Special Issue*. 9303:343-351.
- 17) 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
- 18) lee Dong Kuk. 1997. Removal Cholesterol by β -cyclodextrin in milk,. Department Of Food Science And Technology, Sejong University, Master Thesis.
- 19) Lee, J. S., Ustunol., and D. M. Smith. 1993. Cholesterol removal from cream using β -cyclodextrin and derivatives. 1. *Dairy Sci. Abs.*
- 20) 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
- 21) Tsui, I. C. 1989. Rapid determination of total cholesterol in homogenized mil. *J. Assoc.011. Anal. Chem.,72(3):424.*
- 22) Jana, A. H., and K. G. Upadhyay. 1993. A comparative study of the quality of Mozzarella cheese obtained from unhomogenized and homogenized buffalo milks. *Cult. Dairy Prod. J.* 28:16-22.
- 23) A. O. A. C. 1990. Official methods of Analysis 15th ed., Association of Official Analysis Chemists. Washington, DC.
- 24) Lee, J. S., Ustunol., and D. M. Smith. 1993. Cholesterol removal from cream using β -cyclodextrin and derivatives. 1. *Dairy Sci. Abs.*
- 25) 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
- 26) Tsui, I. C. 1989. Rapid determination of total cholesterol in homogenized mil. *J. Assoc.011. Anal. Chem.,72(3):424.*
- 27) 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.
- 28) Protein division New Zealand dairy board. 1995. Analog cheese handbook:44.
- 29) SAS(R) User's Guide. 1986. Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA