

체다 치즈의 맛의 개발

(Flavor development in cheddar cheese)

정청송(경희대) · 유상훈(세종대)

요 약

본 연구는 β -CD처리된 체다 치즈에서의 콜레스테롤 제거 율과 맛의 개발 그리고 쓴 아미노산 물질을 발생을 알아보기 위하여 시행되었다. 1) 제어군 (균질화 및 β -CD처리를 안 함) 2) 우유가공(1000 psi의 우유 균질화 처리, 1% β -CD처리). 치즈의 콜레스테롤 제거 율은 79.3% 이었다. 짧은 고리의 무지방산(FFA)은 제어된 치즈와 차리 우유를 사용한 치즈 양쪽에서 숙성시간에 따라 증가한다. 5-7개월 숙성시킨 치즈의 짧은 고리 무지방 산의 분해량은 가공된 묽은 우유로 만든 치즈가 제어된 것보다 더 컸다. 중성의 휘발성 혼합물(neutral volatile compounds)의 생산은 샘플들간에 그리 차이를 보이지 않았다. 쓴맛의 아미노산은 우유 가공된 쪽에서 더 많이 생성되었다. 감각 분석에 의하면 제어된 체다 치즈의 텍스처 점수는 상당히 증가하였지만 콜레스테롤이 감소된 치즈에서는 숙성시간에 따라 급격히 감소하였다.

본 연구의 결과는 낮은 온도에서 균질화 시킨 후 β -CD 처리된 우유로 만들어진 치즈는 효과적인 콜레스테롤 감소와 치즈 숙성이 빠른 반면에, β -CD 처리에 의한 맛의 저하는 없다는 것을 의미한다.

주요어 : 콜레스테롤 제거, β -cyclodextrin, 체다 치즈, 균질화

【 목 차 】

I. 서론	IV. 결론
II. 재료와 방법	Abstract
III. 콜레스테롤의 추출과 측정	참고문헌

I. 서론

인체 혈청의 콜레스테롤 농도와 관상동맥의 심장질환사이에는 밀접한 연관이 관계가 있기 때문에 대부분의 소비자들은 콜레스테롤의 과다한 섭취를 걱정하고 있다. (Grundy et al., 1982; Gurr,1992) 따라서, 유제품을 비롯한 식품의 콜레스테롤 감소를 위한 물리적, 화학적, 생물학적인 연구가 계속되어지고 있다. (Kwak et al., 2001; Ahn and Kwak, 1975.; Lee et al.,

1999: Szejtli, 1988)

대외 및 국내의 연구에 의하면 우유, 크림 그리고 모짜렐라 치즈에서의 콜레스테롤 제거는 β -CD에 의하여 효과적으로 이루어진다. (Kwak et al 2001; Ahn and Kwak, 1997; Lee et al., 1999; Makoto et al., 1992; Oakenfull and Sihdu, 1991) β -CD는 무독성이고 식용이고, 축축해지지 않고, 화학적으로 안정적이며 쉽게 분리할 수 있기 때문에 식품에서 콜레스테롤을 제거하기 위한 좋은 방법이다. 비균질화된 우유의 콜레스테롤 제거율이 낮기 때문에 치즈가공단계에 앞서서 우유는 균질화되어야 한다. 치즈가공단계에서 균질화할 때 발생하는 역효과와 치즈에 크림형체를 갖게 하는 물리적, 화학적 특성이 고려되어야 한다.

해외와 국내의 연구에 의하면 치즈제작에서 균질화는 배수의 느림(Thakar, 1985), 장력의 감소, 응유의 탄성감소(Emmons et al., 1985) 그리고 산성 발달의 가속화(Jana and Upadhyay, 1993)를 일으킨다. 또한, 체다치즈의 감각 특성에서 차이가 있는데(Thakar 1985; Path, 1989), 이는 아마도 균질화 시킬 때의 압력, 온도, 단계 등의 조건 때문일 것이다.

메츠거와 미스트지(1995)는 지방이 감소된 체다 치즈의 형태와 텍스처를 개선하기 위한 새로운 방법을 발전시켰는데, 크림을 따로 균질화 시키고 나서 치즈 제작 전에 탈지유와 섞는 방법이다. 우유보다는 크림의 균질화가 우유 단백질의 역효과를 피하는데 중요하다는 주장이다. 그러나 콜레스테롤 제거와 화학적 · 유동학적 · 감각적 특성에 대한 β -CD처리와 균질화의 효과에 대해서는 활용할 수 있는 정보가 거의 없다. (Arbige et al., 1986; Kwak et al., 1990)

그러므로 본 연구의 목적은 균질화된 우유의 β -CD처리에 의해 콜레스테롤이 줄어드는지를 검증하고, 콜레스테롤이 줄어든 체다 치즈에서의 맛의 계발과 기타 화학적, 조직적, 감각적 특성의 변화를 발견하기 위함이다.

II . 재료와 방법

1. 재료(Materials)

서울우유 유제품 공장(경기도)으로부터 입수한 생우유와 3.5% 유지방으로 조절된 탈지유를 시료로 삼았다. 상업적 β -CD(순수도 99.1%)는 니혼 쇼쿠힌 카쿠사(또사카)로부터 구입하였다. 콜레스테롤과 5- α 콜레스테롤은 시그마 화학사(St. Louis, MO, 미국)로부터 구입하였고, 모든 용매는 가스 색채 분석 등급이었다.

2. 우유처리(Milk treatment)

대량의 생우유는 1000psi(HC 5000, Microfluidics Corp. Newton, MA, 미국)에서 균질화 되었으며 1.0%(w/v) β -CD로 처리되었다. 혼합물을 4°C에서 10분동안 온도가 제어된 수조 안에서 혼합기(Tops: 미성사)에서 섞었다. 각 샘플은 10분 동안 166xg로 원심분리(HMR-220IV ; 한일산업)되었다. (Lee, 1999) 모든 처리들은 세 번 실시되었다. 전체 우유 중에 β -CD처리하지 않고 미세 유동화 시키지 않은 것들을 제어군으로 사용되었다. 치즈 우유는 치즈로 만들기 전에 17초 동안 72°C에서 멸균되었다.

3. 체다 치즈의 제작(Manufacture of cheddar cheese)

콜레스테롤 감소 우유(15kg)가 36°C로 가열되었다. 체다 치즈를 위해 고안된 mesophilic 젖산초기 배양기가 설치된 냉동 농축된 끈은 통이 우유에 첨가되었다. 치즈를 만드는 과정은 메츠레와 미스트리(1994)에 의해 설명된 방법과 같다.

제작 후에 압축된 치즈의 무게를 잰 후, 차단 가방에 진공 포장되어 0,1,3,7개월 동안 5°C에서 숙성되었다 0개월 샘플은 12시간 동안 냉장고에 저장한 것이다. 치즈 만드는 실험은 다른 일괄 처리과정을 이용해 다른 날에 세 번 시행되었다. 치즈를 만드는 각각의 일괄처리 과정 이 세 번 실시되었다.

Ⅲ. 콜레스테롤의 추출과 측정

콜레스테롤은 아담스가 설명하는 방법에 의해 β -CD처리된 치즈로부터 추출되었고 분석 때까지 -20°C에서 보관되었다. 전체 콜레스테롤은 화염이온탐지기가 설치된 휴렛팩커드 5890A 가스 색채 분석기를 사용하여(Palo Alto, CA, 미국) 실리콘이 융합된 모세관(HP-5,30m x 0.32 mm ID x 두께 0.25 mm)에서 측정되었다. 주입기와 탐지기의 온도는 각각 270°C와 300°C이었다. 오븐의 온도는 10°C/min으로 200°C-300°C에서 20분 동안 유지하도록 작동하였다.

질소는 1/50의 분리율의 2ml 유동율에서 가스운반체로 사용되었다. 콜레스테롤의 정량 분석은 정점 영역과 내부기준 반응을 비교하여 실시되었다. 콜레스테롤의 감소 퍼센트는 다음과 같이 계산되었다.

4 · 관광식음료경영연구

콜레스테롤 감소율(%) = $100 \times (\beta\text{-CD처리된 치즈의 콜레스테롤 양} \times 100 / \text{처리되지 않은 치즈의 콜레스테롤 양})$ 제어군에 대한 콜레스테롤 측정은 각 일괄처리의 평균을 취했다.

1) 화학성분분석과 치즈생산(Analysis of chemical composition and yield of cheese)

공공분석화학자협회(AOAC, 1990)의 방법을 사용하여 치즈의 수분, 지방, 단백질, 소금을 분석하였다. 치즈 생산은 $\text{wt. cheese} \times 100 / \text{wt. milk}$ 로 구했다.

2) 짧은 고리 무지방산의 분석(Analysis of short-chain free fatty acid)

치즈샘플(1g)은 0,1,3,7개월 동안 숙성된 치즈로부터 주기적으로 떼어냈고, 2시간동안 diethylether와 hexane을 이용해 추출되었으며, 콕(1990)의 논문에 설명된 것처럼 중성 알루미늄 나를 포함하는 10mm i.d. 유리관을 통해 운반되었다. 화염이온탐지기가 설치된 휴렛팩커드 모델 5880A GC가 사용되었다. 15m x 0.53mm i.d. 실리콘이 용합된 누콜 모세관(supleco inc.)을 이용해 FFA를 준비하였다. 모세관 오븐을 첫 1분 동안 110℃로 유지하고, 10분 동안 5℃/min으로 180℃까지 올린 후 20분간 유지시켰다. 주입기와 탐지기의 온도는 둘 다 250℃이었다. 모든 정량 분석은 내부기준에 따른 각 FFA의 정점영역과 tradecanoic 산의 정점영역과 관련하여 실시되었다. 각 FFA는 기준의 유지시간으로 정의되었다.

3) 중성 휘발성분의 분석(Analysis of neutral volatile compounds)

치즈의 샘플(40g)을 0,1,3,7 개월 동안 숙성된 치즈로부터 주기적으로 떼어냈으며 증류수 10ml를 더했다. 증류된 2ml는 바세트와 와드의 논문(1975)에서 설명한 것처럼 머리공간의 가스샘플로 사용되었다. 화염이온 탐지기가 설치된 휴렛팩커드 모델 7880A GC가 사용되었다. 머리공간 가스샘플은 모세관(Supelcowax 10, 30m x 0.32mm I.D. Bellefonte, PA, USA)으로 분석하였다. 모세관은 질소운반가스가 1.2ml/min으로 움직이고, 수소가스는 30.0ml/min, 공기는 300.0ml/min으로 움직이는 상태에서 동작되었다. 주입기와 탐지기의 온도는 둘 다 230℃이었다. 모세관 오븐은 세 온도의 수준에 맞춰 프로그램 되었는데 초기에는 35℃/min에서 5분 동안 유지하고 15℃/min으로 150℃까지 가열한 다음 30분간 유지하였다. 휘발성분의 농축도는 알려진 농축도와 더해지지 않은 기준을 포함하는 농축도를 포함하는 치즈샘플을 분석하여 계산되었다. 두 처리사이의 차이는 각 휘발성분의 농축도를 계산하는데 이용되었다

4) 자유 아미노산의 분석(Analysis of free amino acids)

FAAs의 RP-HPLC 분석은 Izco 방법(2000)에 따라 이루어졌다. 샘플들을 워터스의 600pum, 486 조정 흡수검파기 254nm의 HPLC 시스템으로 분석했는데 밀레니엄 소프트웨어를 사용하였다. 관은 Waters PicoTag C18이 쓰여졌고 반대 상황의 관은 46℃를 유지하였다. 아미노산의 규명을 위해서는 내부표준을 첨가했다. (sigma, st. Louis, MO, USA) 두 용매의 차이를 샘플을 분석하는데 이용했다: 용액A: 70mM 아세테이트 나트륨, Ph 6.55에서 아세트산 2.5%의 아세트니트릴을 포함, 용액 B: 45%의 아세토니트릴, 40% 물, 15% 메탄올, 각각을 주입하기 전에 관은 A용매와 2분간 평형 시켰다.

5) 유동학적인 분석(Rheological analysis)

원통형의 샘플을 (지름 2cm x 높이 2cm) 잘라서, 힘-거리 커브를 50mn/min의 crosshead와 200mn/min의 차트속도에서 SUN전류계(CR-200D SUN Scientific co. LTD, Tokyo, 일본)를 이용해서 얻고 이 커브들로부터 경도, 탄성, 점성도, 말랑거림, 씹히는 정도를 포함한 텍스처 일반의 기본적인 특성을 결정했다.

압축에서 높은 점은 경도이다. 첫 번째와 두 번째 압축사이에서 원래 형상으로 돌아오는 범위가 탄성이다. 두 번째 압축에서의 면적비가 점성도이다. 말랑거림과 씹히는 정도는 각각 경도X점성도, 말랑거림X탄성으로 구한다.

6) 관능검사(Sensory analysis)

일곱 명의 훈련된 감각패널리스트가 임의로 표시된 치즈를 평가했다. 질감과 전체적인 맛은 9등급으로 평가되었다. (1:형편없음, 9: 매우 우수함) 일반적인 체다 치즈의 맛의 진함, 산도, 쓴 정도도 9등급으로 나누었다 (1=낮은 강도, 9=높은 강도)

7) 통계적 분석(Statistical analysis)

치즈 슬러리의 최적조건 결정을 위한 데이터분석에는 one-way ANOVA(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1985)를 사용하였다. 결과의 중요도는 최저 중요차이(LSD)테스트에 의해 분석되었다. $p < 0.05$ 의 차이는 중요하다고 여겼다.

IV. 결론

1. 콜레스테롤 제거율과 배합(Cholesterol removal rate and composition)

이 연구는 체다 치즈 제조에 있어서 콜레스테롤의 제거에 적당한 조건을 찾고, 숙성시의 맛, 텍스처, 감각적 속성을 측정하기 위함이다. 지난 20년 간 콜레스테롤의 과다는 해로운 것이라는 증거가 계속 제시되어 오고 있다. 이에 따라, 콜레스테롤을 유제품으로부터 우유와 β -CD 처리로 추출해오고 있고, 결과적으로 저 콜레스테롤 버터와 치즈가 기존제품과 구별되지 않을 정도로 나오고 있다.

콜레스테롤 제거 과정 중의 콜레스테롤 함유의 차이는 표1에 나타나있다. 제어된 치즈의 콜레스테롤 함유량은 102.3mg/100g이다. 실험된 치즈의 콜레스테롤 감소는 치즈우유를 1000psi에서 균질화 되고, 1% β -CD 처리할 때 79.3%에 이른다. 우리의 이전연구(곽 등의 2001년 연구)에서는 모짜렐라 치즈의 콜레스테롤 저하가 63.9%이었다. 체다 치즈의 배합에 있어서 수분은 41.7%, 지방은 34.0%이었다 저지방 체다 치즈의 느린 응유 배수로 인해서 균질 우유는 치즈의 수분을 증가시킨다. 제어군 보다 실험치즈의 지방이 덜한 것은 균질화에 의해서 작은 알갱이의 지방이 실험제조과정에서 떨어져 나왔기 때문이다. 지방알갱이의 크기가 카세인과 결합하여 지방-단백질 네트워크를 거쳐 다른 단백질 합성물이 되기에 너무 작기 때문이다

2. 응유 관찰(Curd observation)

균질화 된 우유로 만들어진 실험군 치즈의 응유는 대조군 보다 자르거나 체다링에서 더 부드러웠다. 이것은 균질화 된 우유와 β -cyclodextrin 처리한 크림에 대한 다른 보고 (metamer and Mistry, 1994 ; Emmonds, 1980)와 비슷하다.

제어군의 치즈보다 균질화 된 치즈에서는 응고가 더 불안정하여 부서짐을 볼 수 있는데 이것은 유장의 미세함이 손실됨을 설명해준다. 예상대로, 실험군 치즈의 부드러움은 균질화에 기인한다. 그 이유는 균질 우유의 약한 응고는 응유의 우유지방의 알갱이를 분산시키고 자유 카세인 숫자의 축소는 강한 네트워크를 형성시킬 수 있게 하여 결과적으로 치즈제조 중에 부적절한 응유 매트를 형성시킨다.

Table 1. Mean chemical composition of cholesterol-reduced Cheddar cheese¹

Component	Control	Milk treatment ²
Moisture(%)	41.3 ^a	41.7 ^a
Fat(%)	38.0 ^b	34.0 ^a
Protein(%)	28.2 ^a	29.0 ^a
Cholesterol removal(%)	0.0 ^a	79.3 ^b
Yield(%)	10.5	12.5

¹ Means within a row with different superscript letter differ (p<0.05)

² Means of triplicate

Table 2. Concentrations of short-chain fatty acids in cholesterol-reduced Cheddar cheese at 5°C for 7 mo¹

Treatment	Ripening Period(mo)	FFA concentration (ppm) ²				
		C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	Total
Control	0	17.8 ^a	16.8 ^a	20.1 ^a	19.8 ^a	74.5 ^a
	1	18.7 ^a	17.1 ^a	21.7 ^a	24.7 ^b	81.9 ^b
	3	18.5 ^a	17.5 ^a	21.5 ^a	26.0 ^{bc}	83.5 ^b
	7	19.1 ^{ab}	17.5 ^a	22.0 ^a	23.8 ^b	82.4 ^b
Milk ³ treatment	0	18.0 ^a	16.9 ^a	20.6 ^a	21.0 ^a	76.5 ^a
	1	19.2 ^{ab}	17.0 ^a	21.3 ^a	24.6 ^b	82.1 ^b
	3	21.8 ^{ab}	17.3 ^a	22.5 ^a	27.7 ^c	89.3 ^c
	7	22.8 ^b	17.6 ^a	23.2 ^{ab}	27.1 ^c	90.7 ^c

¹ Means within a row with different superscript letter differ (p<0.05). Means of triplicate

² C₄ : butyric acid C₆ : caproic acid C₁₀ : capric acid

³ Homogenized at 1,000 psi and treat with 1% β-CD

3. 짧은 고리의 무지방산(FFA)의 형성(Production of short-chain free fatty acids)

짧은 고리의 무지방산이 체다 치즈 맛의 핵심적 사항을 이루고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 따라서 짧은 고리의 무지방산 형태의 형성을 고려하는 것이 이 연구의 중요한 관점이다. 짧은 고리의 무 지방산의 형성은 5°C에서 7개월 동안 숙성시킨 제어군과 실험군의 치즈에서 균질화 된 치즈의 무지방산 형성이 제어군 보다 더 높게 관찰되었다. 7개월의 숙성기간 중 짧은 고리의 무지방산 생산의 배출량은 0개월에서 1개월까지의 기간동안은 차이가 그리 크지 않다. 그러나 3개월부터 짧은 고리 무 지방산의 총량은 현저하게 달라진다. 숙성기간 중 7개월의 butyric acid(C₄)와 capric acid(C₁₀)의 방출은 무지방산 총

량의 증가에 도움을 준다. 제어군의 경우 무 지방산의 총량은 7개월 제 74.5에서 82.4ppm으로 증가하는데 우유처리를 할 경우 76.5에서 90.7ppm으로 증가하였다. 위의 결과는 우유처리를 할 경우 숙성이 더 빨리 진행됨을 가르쳐준다. 무지방산 생산의 경우 치즈제조과정에서 균질화에 의해서 생긴 지방의 작은 입자들이 응유에서 쉽게 떨어져 나올 수 있음을 가정해 볼 수 있다.

지방알갱이의 분리가 체다 치즈 제조과정에서 쉽게 관찰되기 때문에 얇고 불투명한 층이 위에 생기고 조금 후 엉긴다. 이 현상은 실험군의 경우에 증명된다. 제어군보다 실험군의 생산이 높는데 이것은 lipolysis의 증가 때문이었다고 말할 수 있다. 우유의 리파제가 카세인과 연관 되어있고 균질화에 의해 활성화된다는 것은 쉽게 받아들여지는 사실이다. 따라서 리파제를 포함한 균질화된 우유가 lipolysis를 강하게 증가시키고 특별한 맛의 발달을 가속화시킨다.

이것은 리파제가 균질화에 의해서 생성된 막을 뚫을 수 있기 때문이다. 따라서 일반적으로 무 지방산이 주요한 요소로 생각되어지는 치즈의 맛에 있어서 무지방산 생성 중에 균질화나 β -CD 처리의 역작용은 없는지 살펴보는 것이 이 연구에서 필요하다.

이 연구에서 무 지방산의 총량은 제어군 보다 균질화 된 우유를 사용한 치즈에서 높게 나왔다. 이 결과는 β -CD처리가 짧은 고리의 무 지방산을 잡거나 없애지 않음을 알 수 있게 한다.

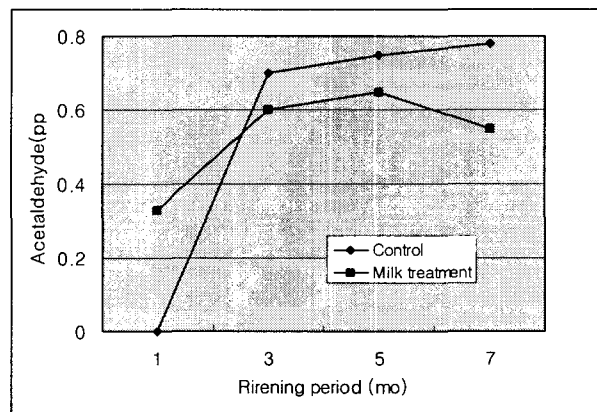


Fig. 1. Change of acetaldehyde production in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo.

4. NVFC의 생성(Production of neutral volatile flavor compounds)

NVFC의 생성은 치즈제조나 숙성에서 β-CD처리나 균질 처리의 경우 아래 그림1-2에서와 같이 나타난다.

제어군은 0개월의 경우 아세트알데히드가 거의 발견되지 않다가 7개월 때 0.778ppm까지 점차적으로 증가한다. 비교해보면, 균질화된 우유를 사용한 치즈의 경우 아세트알데히드의 산이 초기숙성단계인 0개월에서조차도 0.23ppm이었고 7개월 때는 0.59ppm으로 점차적인 증가를 했다.

에탄올 생성은 맛에 있어서 두 샘플에서 비슷한 경향을 보여주고 측정되어졌다. (그림2) 0개월 이후 에탄올 생성은 두 치즈에서 7개월 때로 갈수록 놀라울 정도로 증가되었다. (제어군 168ppm, 우유처리 133ppm) 표3에서 보여지는 다른 NFC는 dimethylsulfide, acetone, ethyl acetate, butanone, pentanone, 그리고 heptanone이다. 3개월 숙성 때 이 성분들은 숙성기간이나 다른 3가지 다른 그룹사이에서 별 차이를 보이지 않는다. 이 연구는 NVFC가 제어군과 비교해서 콜레스테롤저하 체다 치즈에서 증가하지 않음을 보여준다.

Table 3. The production of neutral volatile compounds in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo¹

Treatment	Ripening period (mo)	Dimethyl-sulfide	Acetone	Ethyl-acetate (ppm)	Butanone	Pentanone	Heptaone
Control	0	5.30 ^a	7.90 ^a	4.10 ^b	-	5.97 ^a	2.81 ^a
	1	5.31 ^a	6.80 ^a	3.02 ^a	1.19 ^a	5.67 ^a	2.66 ^a
	3	5.00 ^a	6.87 ^a	3.09 ^a	1.22 ^a	5.70 ^a	2.68 ^a
	7	4.71 ^a	7.79 ^{ab}	3.02 ^{ab}	1.17 ^a	5.64 ^a	2.67 ^a
Milk ² treatment	0	5.43 ^a	6.70 ^{ab}	3.31 ^a	1.21 ^a	5.69 ^a	2.69
	1	5.28 ^a	7.12 ^a	3.44 ^a	1.22 ^a	6.30 ^b	2.87 ^a
	3	5.65 ^a	7.10 ^a	4.23 ^b	1.25 ^a	5.68 ^a	3.62 ^a
	7	4.72 ^a	6.94 ^a	3.11 ^a	1.18 ^a	5.64 ^a	2.66 ^a

¹ Means within a row with different superscript letter differ (p<0.05). Means of triplicate

² Homogenized at 1,000 psi and treat with 1% β-CD

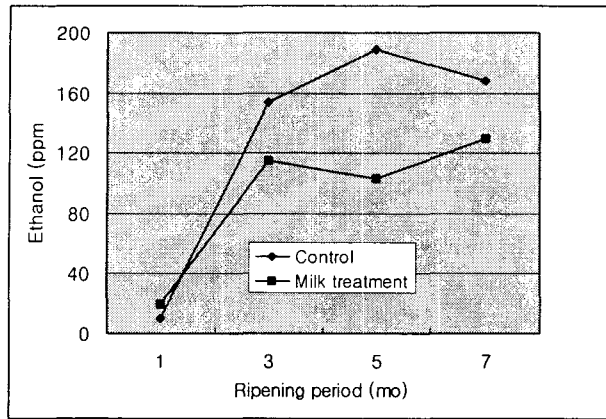


Fig. 2. Change of ethanol production in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo.

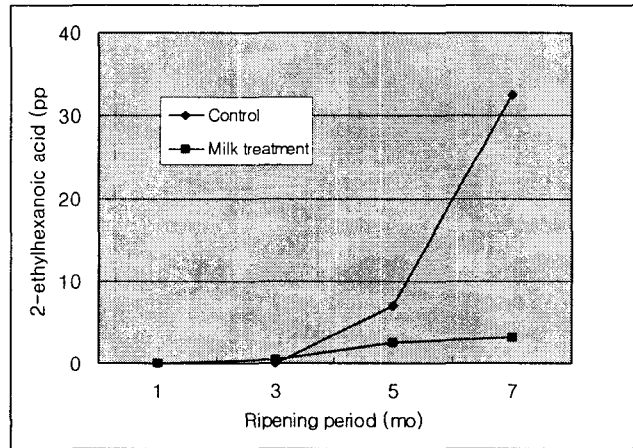


Fig. 3. Change of total amount of bitter amino acids¹ in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo. Bitter amino acids were Asp, His, Arg, Tyr, Val, Phe, Ile and Leu summarized from Table 4.

5. 무지방산의 생산 (production of free amino acids)

숙성 7개월 동안 생산된 무 지방산의 총량은 표4와 같다. 단일 무 지방산의 총량은 각 기간에서 균질화 시킨 우유를 이용한 우유에서 높게 나왔다. 7개월 숙성기간동안 무 지방산의 총량은 제어군은 120.8이고 실험군은 212.3 mol/g 이었다. 단일 아미노산 생산의 집중과 함께

루타민산, valine, pheylalanine, leucine, lysine가 모든 샘플에서 주를 이루었다. lysine의 집중은 우유처리 그룹에서 높았고 glutamic 산과 leucine은 제어군에서 높았다. β -CD처리와 균질화된 우유를 사용해서 만든 치즈의 숙성기간동안의 쓴 아미노산의 생성은 그림3에서 보는 바와 같다. 쓴 아미노산의 총 생산량은 실험군에서 월등히 높았다. 이 결과는 무지방산 생산에 있어서 처리된 우유를 사용한 치즈가 더 빨리 숙성된다는 것을 가르쳐준다.

6. 유동학적 특징(Rheological characteristics)

텍스처의 특징에 있어서 β -CD처리와 균질화의 영향은 표5에 나와있다. 균질화된 우유와 1% β -CD처리된 치즈의 경우 경도에 있어서 월등히 낮다. 제어군의 경우 점성도는 숙성 3개월 제에서 67.8로 증가했고 그 다음은 유지되었다. 어쨌든 숙성 0-1개월 동안 제어군의 점성도는 3-7개월의 균질화 된 우유의 그룹과 비슷하다. 탄성에서도 비슷한 경향을 보였다. 제어군에서 높은 말랑거리는 정도를 1개월에서도 발견할 수 있었다. 이 결과들은 텍스처 특징에 있어서 균질화 시킨 우유로 만든 치즈가 빠른 숙성을 보임을 가르쳐준다

7. 관능측정(Sensory evaluation)

콜레스테롤저하 체다 치즈의 감각특성은 표6과 같다. 흥미롭게도 제어군의 경우 텍스처의 수가7개월까지 상당히 올라갔지만 균질화시킨 우유그룹의 경우는 0에서 7개월까지 감소했다. 이 결과는 균질화가 치즈 텍스처 특징에 반대영향을 미침을 알 수 있게 해준다. 본 연구 결과에 의하면 일반적으로 숙성시키는 동안 체다 치즈의 형태와 텍스처는 개선된 균질화된 우유로부터 만들어진 체다 치즈는 숙성의 초기단계에서 제어군의 치즈보다 더 좋은 형태와 텍스처를 가진다. 우유의 균질화는 치즈의 수분을 증가시키기 때문에 탄성을 형태와 텍스처의 개선 등의 일부로 고려할 수 있다. 치즈의 개선된 형태와 텍스처는 균질화에 의해 생성된 구형의 지방표면영역의 증가에 기인한 것으로 볼 수 있다. 전체적인 맛의 측면에 있어서는 세 번의 처리에 의해 점차적으로 증가하는 유사한 경향을 보여준다. 또한 맛의 강도는 예상했던 것처럼 전체적인 맛과 유사한 경과를 보여준다. 과거 연구 결과에 의하면, 지방이 감소된 체다치즈의 수분 성분이 증가하면 치즈의 맛이 나빠진다고 하지만 본 연구에서는 발견되지 않았다. 피터의 논문(1956)에 따르면 균질화는 지방이 가득 찬 체다 치즈의 맛에 영향을 주지 않는다고 하였다. 또한 라모(1955)의 논문에 의하면 유사한 결

과이긴 하지만, 평균적인 맛 지수는 균질화 압력이 증가함에 따라 감소한다고 보고하였다.

다른 흥미로운 현상은 산과 쓴맛지수였다. 숙성시키는 동안, 모든 처리과정에서 지수들이 증가하였다. 또한 7개월 숙성시키는 동안 균질화된 우유그룹에서는 급격히 상승하였으나 제어군에서는 그렇지 않았다. 이 결과는 쓴 아미노산 물질의 결과로부터 예상되었다. 뿐만 아니라 균질화된 치즈로부터 만든 치즈는 콜레스테롤을 제거하고 치즈숙성을 가속시키는데 효과적이었다. 본 연구에서 밝혀낸 또 다른 측면은 1개월 이상의 숙성으로부터 얻은 실험치즈에서 쓴맛 지수가 증가하였다는 점이다. 이는 아마도 실험치즈에서 아미노산물질의 의미 있는 차이로부터 기인한 것으로 보여진다. 그러므로 실험치즈에서 균질화 또는 β -cyclodextrin 처리한 것이 다른 알려지지 않은 요소들 중의 한 이유로 간주될 수 있는 강화된 proteolysis를 이끌어냈다고 제안한다. 숙성시기동안 관측된 쓴 아미노산을 포함하여 전체적이고 개별적인 아미노산의 큰 증가는 제어군에서 보다는 실험치즈에서 더 높은 Proteolysis 활동을 반영한 것이라 할 수 있다. 숙성시키는 동안 치즈에서 proteolysis는 peptides의 증가를 일으켰는데, 이는 직접적으로 쓴맛과 관련되어있다. (Fernandez-Esplá et al., 1998 ; Smit et al., 2000)

Table 4. Production of free amino acids in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo

Amino acids	Ripening period							
	0 mo		1 mo		2 mo		7 mo	
	Control ¹	Milk ²	Control	Milk ²	Control	Milk ²	Control	Milk ²
	μ mol/ g cheese							
Asp	0.69	0.96	1.49	2.13	3.08	4.10	3.80	6.58
Glu	3.02	5.89	11.01	13.0	21.43	34.24	23.51	40.20
Ser	0.43	0.53	0.59	0.95	1.10	4.35	1.64	5.49
His	-	-	-	0.45	0.53	1.20	1.21	3.18
Gly	0.29	0.91	1.60	2.33	3.14	4.77	3.96	6.59
Thr	1.20	1.33	1.26	1.42	1.93	4.21	2.39	6.19
Arg	0.13	1.27	2.48	2.63	2.74	2.67	2.81	3.11
Ala	1.29	2.90	2.94	3.96	3.72	7.57	5.70	10.93
Tyr	0.48	0.61	1.06	1.31	1.04	1.38	1.08	1.53
Met	0.33	0.57	0.56	1.04	1.27	3.15	2.13	4.34
Val	1.38	2.90	4.65	6.63	11.35	15.34	13.03	19.01
Phe	0.95	3.42	5.58	7.89	11.83	14.33	12.62	18.72
Ile	0.54	0.82	1.22	1.74	4.21	6.36	3.60	8.53
Leu	2.49	5.63	9.41	14.98	23.60	27.38	28.04	36.90
Lys	2.12	3.71	4.49	5.91	10.33	15.56	15.56	40.95

¹Control, ²Homogenized at 1,000 psi and treat with 1% β -CD

Table 5. The textural properties in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo¹

Treatment	Ripening period (mo)	Hardness	Elasticity	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control	0	559,938	64.8	47.5	341.5	227.0
	1	1,083,846	76.2	60.6	1,145.3	872.2
	3	575,631	76.4	67.8	824.8	646.1
	7	546,116	76.9	67.3	451.0	347.1
Milk ² treatment	0	552,151	77.7	67.9	538.1	238.9
	1	627,590	79.1	69.2	615.9	487.4
	3	895,676	70.9	56.3	717.3	508.9
	7	7,886,133	45.5	34.5	397.5	188.2

¹ Means within a row with different superscript letter differ (p<0.05). Means of triplicate

² Homogenized at 1,000 psi and treat with 1% β-CD

Table 6. The sensory characteristics in cholesterol-reduced Cheddar cheese ripened at 5°C for 7 mo¹

Treatment	Ripening period (mo)	Texture	Overall flavor	Flavor intensity	Acid	Bitterness
Control	0	1.0 ^a	1.1 ^a	1.0 ^a	1.1 ^a	1.0 ^a
	1	2.6 ^{ab}	2.3 ^a	2.1 ^a	1.4 ^a	2.0 ^a
	3	3.3 ^a	3.1 ^a	3.0 ^a	3.1 ^{ab}	2.6 ^a
	7	5.6 ^b	4.6 ^{ab}	4.7 ^{ab}	2.9 ^a	5.3 ^b
Milk ² treatment	0	7.7 ^b	2.4 ^a	3.0 ^a	2.3 ^a	4.9 ^b
	1	2.0 ^a	3.4 ^a	3.4 ^a	2.5 ^a	4.7 ^b
	3	1.3 ^a	3.7 ^a	4.1 ^{ab}	4.3 ^b	5.0 ^b
	7	1.6 ^a	5.0 ^a	5.9 ^b	6.0 ^c	6.7 ^c

¹ Means within a row with different superscript letter differ (p<0.05). Means of triplicate

² Homogenized at 1,000 psi and treat with 1% β-CD

결론적으로 이 연구는 체다 치즈의 콜레스테롤 저하와 치즈의 숙성촉진에 β-CD 처리가 효과적임을 제안한다.

ABSTRACT

This study was carried out to find a cholesterol removal rate, flavor development, and bitter amino acid productions in Cheddar cheese treated with β -cyclodextrin (β -CD): 1) Control (no homogenization, no β -CD), and 2) Milk treatment (1000 psi milk homogenization, 1% β -CD). The cholesterol removal of the cheese were 79.3%.

The production of short-chain free fatty acids (FFA) increased with a ripening time in both control and milk treated cheese. The releasing quantity of short-chain FFA was higher in milk treated cheese than control at 5 and 7 mo ripening. Not much difference was found in neutral volatile compounds production between samples. In bitter-tasted amino acids, milk treatment group produced much higher than control.

In sensory analysis, texture score of control Cheddar cheese significantly increased, however, that in cholesterol-reduced cheese decreased dramatically with ripening time.

Key words 콜레스테롤 제거, β -cyclodextrin, 체다 치즈, 균질화

참고문헌

- The Holy Bible, 1999.
- Ahn, J. and H.S. Kwak, 1999. Optimizing Cholesterol removal in cream using β -cyclodextrin and response surface methodology. *J. Food Sci.* 64:629-632.
- Sivan, Reuven and Levenston, Edward. A. 1986. *Hebrew & English Dictionary*, The New Bantam-Megiddo, Books Inc. New York.
- Teubner, Christian. 1998. *The Cheese Bible*, Penguin Putnam, New York.
- Kosikowski, F. V. 1982. *Cheese and fermented milk foods*. 2nd ed. Edwards Brothers Inc. Ann Arbor, Michigan.
- Kindstedt, P. S., and P. F. Fox. 1991. Modified Gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. *J. Food Sci.* 56(4):1115.
- Kwak Hae Soo. 1993. Dairy Industry Development, Animal Technology and Industry. (1):17

- USDA. 1976. Composition of foods : Dairy and egg Products, Agricultural HB 8-1, Agriculture Research Service.
- Ghosh, B. C., and S. Kulkarni. 1996. Low cholesterol Mozzarella cheese technology standardization. *J. Food Sci. Technol.* 33(6):488-492.
- 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.
- Bradly, L. L. 1989. Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. *J. Dairy Sci.* 72:2834.
- Oakenfull, D. G., S. S. Gurcharan., and M. L. Rooney. 1990. Cholesterol removal. Australian Patent. 54768-901598.
- 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
- 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.
- Gall, T. L., and S. B. Gall. 1993. Consumers' guide to product grades and terms. Gall Research Inc. Detroit.
- Saito, 2. 1993. Effects of homogenization on the rennet coagulation of milk and cream. *IDF Special Issue.* 9303:343-351.
- 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
- Lee Dong Kuk. 1997. Removal Cholesterol by β -cyclodextrin in milk,. Department Of Food Science And Technology, Sejong University, Master Thesis.
- Lee, J. S., Ustunol., and D. M. Smith. 1993. Cholesterol removal from cream using β -cyclodextrin and derivatives. 1. *Dairy Sci. Abs.*
- 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

- Kindstedt, P. S., and P. F. Fox. 1991. Modified Gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. *J. Food Sci.* 56(4):1115.
- Olson, N. F. 1973. Italian cheese making in the year 2000. A. D. Proc. 10th Annu. Marshall Invit. Italian Cheese Seminar, Madison. WI.
- 한국식품연감. 1996. 농수축산식품 p 344.
- 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., 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.
- 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.
- Mermelstein, N. H. 1993. A new era in food labeling. *Food Technol.* 47(2):81-96.
- 곽해수. 1993. 최근 유가공 산업의 기술개발 현황과 방향, 축산기술과 산업 (1):17
- 이동국. 1997. β -cyclodextrin을 이용한 우유의 cholesterol 제거 최적화. 세종대학원 식품공학과 석사학위논문.
- Gurr, M. I. 1983. *Developments in Dairy Chemistry. Lipids.*
- 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.
- 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.
- 한국영양학회. 1995. 한국인 영양권장량. 제 6차 개정. p40.
- 곽해수, 1996. 최근 외국의 영양표시 실태와 운영현황. *Korean Dairy Technol.* 14(1):17-31
- USDA. 1976. Composition of foods : Dairy and egg Products, Agricultural HB 8-1, Agriculture Research Service.
- 서울우유협동조합 연구보고서. 1993. 유제품의 cholesterol 제거 기술 개발 연구. 한국식품개발원.
- Ghosh, B. C., and S. Kulkarni. 1996. Low cholesterol Mozzarella cheese technology

- standardization. *J. Food Sci. Technol.* 33(6):488-492.
- 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.
- Bradly, L. L. 1989. Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. *J. Dairy Sci.* 72:2834.
- Lim, S. B. 1992. Performance characteristics of continuous supercritical carbon dioxide separation system coupled with adsorption. Ph. D Thesis. Cornell university, USA
- 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.
- Oakenfull, D. G., S. S. Gurcharan., and M. L. Rooney. 1990. Cholesterol removal. Australian Patent. 54768-901598.
- akenfull, D. G., R. G. Pearce., and G. S. Sidju. 1991. Low cholesterol dairy products. *Aust. Dairy Tech.* 46:110.
- Anon. 1991. Skimming off cholesterol dextrously. *Food Technology in New Zealand.* 26(9):22
- Walstra, P., and R. Jenness. 1984. *Dairy chemistry and Physics.* John Wiley and Sons. New York.
- Gall, T. L., and S. B. Gall. 1993. Consumers' guide to product grades and terms. Gall Research Inc. Detroit.
- 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.
- Jana, A. H., and K. G. Upadhyay. 1993. Homogenization of milk for cheesemaking-A review. *Aust. J. Dairy Technol.* 47:72-79.
- 홍윤호. 1995. 균질화가 유제품의 이화학적, 영양학적 및 가공학적 특징에 미치는 영향:중설. *Korean J. Dairy Sci.* 17(1):59-72.
- Saito, 2. 1993. Effects of homogenization on the rennet coagulation of milk and cream. *IDF Special Issue.* 9303:343-351.
- 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
- Breene, W. M., W. V. Price., and C. A. Ernstrom. 1964. Manufacture of pizza cheese without

- starter. *J. Dairy Sci.* 47:1173-1180.
- 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
- 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.
- A. O. A. C. 1990. Official methods of Analysis 15th ed., Association of Official Analysis Chemists. Washington, DC.
- Metzger, L. E., and V. V. Mistry. 1993. Effect of homogenization on quality of reduced fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition and yield. *J. Dairy Sci.* 76:Suppl. 1. 100.
- 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.
- Lee, J. S., Ustunol., and D. M. Smith. 1993. Cholesterol removal from cream using β -cyclodextrin and derivatives. 1. *Dairy Sci. Abs.*
- 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
- Tsui, I. C. 1989. Rapid determination of total cholesterol in homogenized mil. *J. Assoc.* 011. *Anal. Chem.*,72(3):424.
- Protein division New Zealand dairy board. Analog cheese handbook:44.
- SAS(R) User's Guide. 1986. Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA
- Jana, A. H., and K. G. Upadhyay. 1991. Effect of homogenization conditions on the textural and baking characteristics of buffalo milk Mozzarella cheese. *Aust. J. Dairy Technol.* 46:27-30.
- Jana, A. H., and K. G. Upadhyay. 1990. Effect of homogenization of milk on the yield and recovery of milk constituents in Mozzarella cheese. Brief communications of the 23rd International Dairy Congress, Montreal.
- Lelievre, J., R. R. Shaker., and M. W. Tailor. 1990. The role of homogenization in the manufacture of halloumi and mozzarella cheese from recombined milk. *J. Soc. Dairy*

- Technol. 43(1):21-24.
- Shimp, L. A. 1985. Process cheese principles. Food Technol. 39:63-72.
- Heller, B., N. F. Olson., and T. Richarson. 1974. Mineral retention and rheological properties of Mozzarella cheese made by direct acidification. J. Dairy Sci. 57:174-180.
- Kosikowski, F. V. 1951. The manufacture of Mozzarella cheese from pasteurized milk. J. Dairy Sci. 34:641-648.
- Olson, N. F. 1982. The effect of salt levels on the characteristics of Mozzarella cheese before and after frozen storage. Page 1 in Proc. 19th Annu. Marschall Products, Madison, WI.
8. Lawrence, R. C. and Gilles. J. 1982. N.2.J. Dairy Sci. Technol. 17:1-8.
- Tunics, M. H. 1994. Effect of homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 77:2487-2493.
- Nilson, K. M. 1974. Factors affecting meltability of Mozzarella cheese. Proc. 11th Annu. Marschall Invit. Ital. Cheese Sem., Madison, WI.
- Doan, F. J. 1954. Physico-chemical characteristics of milk as a result of homogenization. Am. Milk Rev. 16:54-75.
- Johnston, D. E., and R. J. Murphy. 1984. Effects of fat content on properties of rennet induced milk gels. Milchwissenschaft. 39:555-587.
- 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.
- Johnson, M. E., and C. Chen. 1991. Making quality reduced-fat cheese. In Proceedings, CDR Cheese Research and Technol. Conference, March 6~ 7. University of Wisconsin Madison:35-36.