

## 달맞이꽃 종자유를 이용한 혈중 콜레스테롤 저하 Cheddar Cheese의 연구

김재준 · 안정좌 · 박해수  
세종대학교 식품공학과

### 서 론

혈중 cholesterol의 증가는 고혈압, 동맥경화, 관상동맥 경화증과 같은 심순환계 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다<sup>(1)</sup>. 최근 국민들이 건강에 대한 관심이 증대함에 따라 고 cholesterol 유제품에 대한 사람들의 식생활 양식은 각종 질병을 유발한다는 점 때문에 저 cholesterol 유제품의 소비 형태로 발전하고 있다. 특히 Cheddar cheese는 100g당 105mg 의 cholesterol이 함유되어 있어  $\beta$ -cyclodextrin( $\beta$ -CD)을 이용하여 cholesterol이 저하된 치즈가 개발된 바 있다. 이 결과에 이어 혈중 cholesterol을 저하시키는 연구가 필요하다.  $\beta$ -cyclodextrin( $\beta$ -CD)처리에 의해 cholesterol이 제거된 치즈를 섭취하더라도 치즈 안에 혈중 cholesterol을 증가시키는 포화지방산인 lauric acid와 palmitic acid가 함유되어 있다.

반면에 달맞이꽃 종자유(evening primrose oil; EPO) 안에는 gamma-linolenic acid(GLA)가 7~14% 함유되어 cholesterol 저하 효과를 나타낸다고 알려져 있다<sup>(2)</sup>. 따라서 본 연구는 GLA가 함유한 EPO를 첨가한 cholesterol이 저하된 Cheddar cheese의 물성 및 관능적 특성, 그리고 동물 실험을 통한 EPO를 첨가한 치즈 급여시 실험쥐의 혈중 cholesterol에 미치는 영향에 대해 연구하였다<sup>(3)</sup>.

### 재료 및 방법

원유(유지방:3.5)는 (주) 빙그레에서 달맞이꽃 종자유는 (주) 일동제약에서 제공받았다.  $\beta$ -cyclodextrin( $\beta$ -CD)는 Nihon Shokuhin Kaku Co., Ltd에서 cholesterol과 내부표준물질로 사용된 5 $\alpha$ -콜레스테롤 GC Grade로 미국 Sigma Chemical (St Louis, MO)에서 구입하였다. 시료의 제조를 위해 원유를 크림 분리하여 크림에 10%  $\beta$ -CD를 첨가 후 800rpm, 20 $^{\circ}$ C에서 30분간 교반한 후 166  $\times$  g의 속도로 원심분리하여 cholesterol을 제거한 크림과 skim milk 혼합한 후 달맞이꽃 종자유를 첨가(1, 3, 5%)하여 균질한 후 치즈를 제조한 후 7 $^{\circ}$ C에서 숙성하였다. 원유와 크림의 유지방 함량은 거버(Gerger)법으로 측정하였다. Kawk<sup>(4)</sup> 등의 연구결과에 의하면,  $\beta$ -CD을 이용하여 크림의 cholesterol을 제거한 치즈는 숙성이 빨리 진행되어 2, 4, 6, 8주간 숙성된 치즈는 control 치즈에서 각각 8, 16, 24, 32주 숙성과 유사하다가 보고하였다. 따라서 Rheological 분석을 control과 실험군간의 숙성 조건에 맞게 실시하였으며 치즈의 크기를 2cm 지름  $\times$  2cm 높이로 준비하였다. SUN Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., LTD., Tokyo, Japan)을 사용하여 hardness, elasticity, cohesiveness, gumminess, chewiness를 측정하였다. 측정 조건은 crosshead 50mm/min, chart speed 200mm/min 이었다. 관능검사에서는 7 $^{\circ}$ C에서 8주 동안 숙성한 Cheddar

cheese의 rancid, bitter, Cheese-flavor intensity, off-flavor intensity 등 관능적 특성을 7점법으로 평가하였다. 관능검사로 얻은 결과의 분석은 SAS를 이용하여 분산분석 (ANOVA)과 최소 유의차 검정으로 통계 처리하였다. 동물 실험에서 60~75g된 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐를 Jung-Ang Lab. Animal Inc. 로부터 제공받았으며 모든 쥐에게 1주 동안은 시판 고형 사료(제일사료)를 5주 동안은 high-cholesterol, high-fat diet를 급여하였다. 그 후 6주 동안 두개의 group으로 나누어 control 쥐에게 cholesterol이 제거되지 않은 Cheddar cheese 0.5g/day을 혼합하여 fat free diet를 급여하였고 실험군 쥐에게는 EPO 5% 첨가한 Cheddar cheese 0.5g/day을 혼합하여 fat free diet를 급여하여 Serum high density lipoprotein (HDL), Serum triacylglycerol(TG), Total Cholesterol(TC)를 각각 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### Rheological 측정과 관능평가

본 실험에서 Cheddar cheese의 물성 측정의 결과 hardness는 control 0주에는 804.6에서 32주에는 5542.2로 증가하는 경향을 보였으나  $\beta$ -CD처리한 치즈는(Trt A) 숙성 0주에는 1194.5에서 8주에는 1067.6으로 감소하는 경향을 나타내었다. 1% EPO를 첨가한 치즈(Trt B)의 경우 숙성 0주에는 2477.1에서 숙성 8주에는 3898.6으로 증가하였다. 그러나 3%, 5% EPO를 첨가한 치즈의 실험군에서는 숙성 2주에 증가하여 그 이후부터는 유의적 차이가 나타나지 않았으며 탄력성(elasticity)은 모든 실험군간에서 같은 경향을 보이며 유의적 차이를 나타나지 않았으나  $\beta$ -CD처리한 실험군은 다른 실험군에 비하여 낮은 수치를 나타내어 elasticity가 좋지 않은 것을 볼 수 있다. 응집성(cohesiveness)의 경우 control의 경우 숙성 0주에는 53.5에서 8주에는 66.6으로 증가하였고, 1% EPO를 첨가한 치즈(Trt B)의 경우 숙성 0주에는 78에서 숙성 8주에는 81.6으로 증가하였으며, 3%, 5% EPO를 첨가한 실험군에서도 같은 경향을 보였다. Gumminess의 경우 control은 숙성 0주부터 8주까지 증가하였다가 감소하였고, 다른 군들은 모두 숙성기간이 경과할수록 증가하였다. chewiness의 경우 control과  $\beta$ -CD처리한 치즈(Trt A)는 숙성 0주에서 4주에는 증가하였다가 감소하였고, 다른 군들은 모두 증가하였고, 높은 수치를 나타내었다. 본 실험결과 Hardness는 숙성기간(8주) 동안에 control과 실험군 간의 차이가 있었다. Hardness는 EPO의 함유량이 많을수록 감소되었으며 모든 숙성 기간동안 control은 실험군과 비교하여 elasticity가 더 높았으며 cohesiveness, gumminess 또한 elasticity와 같은 경향을 보였다. 본 연구에서 control의 숙성 기간동안의 성질이 EPO를 첨가한 치즈의 빠른 숙성 기간동안의 조직적 성질과 유사하였다. (Table 1) 관능 평가에서는 control과 비교하여 실험군의 off-flavor intensity, rancid는 숙성 기간동안 증가하였으나 반대로 texture는 감소하였다. 또한 EPO 함유량이 높을수록 off-flavor intensity, rancid가 높았으며 반대로 cheese flavor는 감소하였다. 본 연구에서 달맞이꽃 종자유는 off-flavor intensity, rancid에는 영향을 끼치나 조직과 관능 평가에서 비교적 긍정적인 결과를 보였다.

### 동물 실험

본 실험에서 6주 동안 쥐의 평균 food intake는 26~27g/day 이며, control과 실험군의 평균 체중은 66.5와 77.3g으로 큰 차이는 보이지 않았다. 5주 동안 high-cholesterol, high-fat diet를 급여한 후 혈장

Table 1. Textural properties of treated with  $\beta$ -CD- and evening primrose oil Cheddar cheese ripened at 7°C for 8 week<sup>1</sup>

Treatment	Ripened (week)	Hardness	Elasticity	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
C2	0	804.6	60.7	53.5	201.6	122.4
	8	1387.1	75.8	62.6	1181.6	849.0
	16	1041.9	79.6	64.1	781.2	622.2
	24	5328.2	78.1	65.7	576.3	402.6
	32	5542.2	76.7	66.6	439.5	337.2
TrtA3	0	1194.5	76.2	91.4	307.3	296.0
	2	1993.0	76.3	93.2	416.8	401.5
	4	1251.2	86.3	106.9	547.6	421.6
	6	1220.6	84.5	103.5	577.6	433.0
	8	1352.5	85.3	91.6	623.4	398.8
TrtB4	0	1846.8	90.7	78	800.3	726.5
	2	2601.6	95.2	78.8	831.3	935.1
	4	2031.6	94	81.2	1233.4	1160.1
	6	3797.6	93.9	80.1	1167.3	1223.4
	8	3478.7	93.8	81.6	1488.3	1342.8
TrtC5	0	2112.0	90.5	86.9	889.4	730.5
	2	2250.7	95.1	87.8	804.8	761.4
	4	2453.0	93.0	88.9	676.0	636.9
	6	2362.3	93.2	87.2	749.7	687.6
	8	1994.2	92.8	87.3	974.1	899.9
TrtD6	0	1977.9	91.2	84.5	602.6	819.7
	2	2260.4	91.9	88.5	752.5	889.9
	4	2177.8	92.8	87.2	795.4	733.3
	6	2057.5	97.7	91.1	682.1	666.6
	8	2426.2	93.6	87.6	857.2	714

<sup>1</sup> Means within column by the same capital letter are not significantly different (P<0.05)

<sup>2</sup> C: no added ripened at 7°C for 32 weeks

<sup>3</sup> Trt A ,cream was treated with 10%  $\beta$ -CD

<sup>4</sup> Trt B 5Trt C 6Trt D cream was treated 1, 3, 5% of EPO, respectively

분석결과 control과 실험군의 total serum cholesterol이 평균적으로 153.4와 184mg/dL 이었다. 본 실험을 위하여 6주 동안 control 쥐에게 cholesterol이 제거되지 않은 치즈와 fat free diet를, 실험군 쥐에게는 EPO 5% 첨가한 치즈와 fat-free diet를 급여한 후 혈중 cholesterol을 측정된 결과 control의 blood cholesterol은 153.4에서 165.8mg/dL로 8% 증가하여 상대적으로 중요한 차이는 나타나지 않았으나 실험군에서는 184에서 137.1mg/dL로 혈중 cholesterol이 25%로 감소하였다. 본 실험 결과 Cheddar cheese에 EPO의 첨가가 혈중 cholesterol을 획기적으로 감소시켜 효과적인 것으로 나타났으며 Table 2, 3과 같다.

Table 2. Effects of experimental diets on the change of blood triacylglycerol, total cholesterol and high-density lipoprotein in rats fed 6 weeks<sup>1</sup>

	TG		TC		HDL	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
	(mg/dL)					
Control <sup>1</sup>	64.5 <sup>a</sup>	63.5 <sup>a</sup>	153.4 <sup>a</sup>	165.8 <sup>a</sup>	32.3 <sup>a</sup>	31.4 <sup>a</sup>
GLA5%	53.9 <sup>a</sup>	60.8 <sup>a</sup>	184 <sup>a</sup>	137.1 <sup>b</sup>	37.4 <sup>a</sup>	38.8 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Cholesterol-reduced Cheddar cheese with no EPO addition.

<sup>2</sup>5% EPO-added cholesterol-reduced Cheddar cheese.

Table 3. Effects of experimental diets on food intake and body weight gain<sup>1</sup>

Treatment	Food intake (g/day)	Body weight gain (g/6 week)
Control <sup>2</sup>	26 <sup>a</sup>	66.5 <sup>a</sup>
EPO% <sup>3</sup>	26.1 <sup>a</sup>	77.2 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Rats were fed for 6 weeks. <sup>1</sup>Menas within column by the same capital letter are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>Cholesterol-reduced Cheddar cheese with no EPO addition

<sup>3</sup>5% EPO-added cholesterol-reduced Cheddar cheese

## 요 약

본 연구는 콜레스테롤을 제거한 cream과 skim milk을 혼합하여 균질시 달맞이꽃 종자유를 첨가하여 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 Cheddar cheese를 개발하는데 목적을 두었으며,  $\beta$ -CD에 의한 치즈의 콜레스테롤 제거율은 90%이상이었다. Rheological 분석에서 숙성 기간동안 hardness 값이 증가하였지만 다른 rheological 성질의 유의적 차이는 나타나지 않았고, 관능평가에서는 달맞이꽃 종자유 함유량이 증가할수록 off-flavor intensity, rancid가 높았으며 반대로 cheese flavor는 감소하였다. 달맞이꽃 종자유는 off-flavor intensity, rancid에 상당한 영향을 끼친다고 나타났다. 동물실험에서 달맞이꽃 종자유 5%를 첨가한 Cheddar cheese는 control과 비교하여 25%의 혈중 콜레스테롤을 저하시켰다. 본 연구에서 콜레스테롤이 제거된 달맞이꽃 종자유를 첨가가 혈중 콜레스테롤을 획기적으로 감소시켜 효과적인 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. 강희정, 송여선. (1977) *J. Korean Soc. Food Soc. Nutr.*, 26(2) : 358~369.
2. 최임순. (1980). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21(6) : 884~889.
3. Sugano, T. et al. (1986) *Agri.7298~ Biol. Chem.*, 50(10), 2483.
4. Kwak, H. S. et al. *J. Agric. Food Chem.*, 50 : 7293~7298.