

혈중 콜레스테롤 저하 기능성 요구르트의 특성에 관한 연구

이수정 · 황지현 · 유상훈 · 박해수

세종대학교 식품공학과

서 론

최근 혈중 콜레스테롤과 심맥관계 질환과의 밀접한 관계에 대한 국민들의 관심이 증대되고 있다⁽¹⁾. 그래서 콜레스테롤을 저하시키기 위한 노력으로 건강증진 효과를 갖는 식품으로 예방 및 관리를 하고자 하는 접근 방법이 활발하게 모색되고 있으며, 유산균발효유, 식물성유 등이 고콜레스테롤혈증의 억제에 효과가 있는 것으로 보고되었다⁽²⁾. 또한, 여러 실험들에 β -cyclodextrin의 이용이 유제품의 콜레스테롤 제거에 매우 효과적인 것으로 보고되었다. 달맞이꽃 종자유(evening primrose oil : EPO)중 7-14% 함유된 gamma-linolenic acid(GLA)는 불포화지방산으로 자연계에서는 달맞이꽃 종자유와 모유⁽³⁾만이 함유하고 있고, 필수지방산과 prostaglandin(PG)-series의 전구체 및 유도체의 기능⁽⁴⁾을 갖고 있어 생체 내에서 PG생산이 원활하게 이루어질 경우 각종 생리적 질환들, 즉 혈청 콜레스테롤 농도 저하작용^(5, 6), 혈압강화작용^(7, 8), 당뇨예방 및 치료^(9, 10) 등에 대한 연구 보고가 알려져 있지만, 혈중콜레스테롤 저하에 관한 연구보고는 그리 많지 않다. Bourre 등에 의하면, linolenic acid가 식품 100g 중 에 최소 3g이 포함되어 있으면 rat에 간, 신장 등의 기관에 영향을 줄 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 β -CD를 이용하여 콜레스테롤을 제거한 우유에 EPO의 첨가비율을 달리하여 제조한 요구르트의 이화학적 변화와 물성 및 관능적 특성을 알아보는 것과 동물실험을 통해 혈중 콜레스테롤 저하 기능을 관찰함으로써 혈중 콜레스테롤 저하 기능성 요구르트를 개발하는 것을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

본 실험을 위해 EPO는 (주)일동제약에서 제공받았고, 우유는 유지방함량이 평균 3.6%인 원유를 구입하였으며, yogurt균주는 동결건조된 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*(CH-1, Chr.Hansen's Lab.,Denmark)혼합균주를 사용하였다. 우유 중의 콜레스테롤 저하를 위해 흡착제인 β -cyclodextrin(β -CD)(Nihon Shokuhin Kaku Co.Ltd. Japan)을 사용하였다. 시료의 제조를 위해 우유에 1% β -CD를 첨가한 후 20℃에서 800rpm으로 10분 동안 교반한 후 1500rpm에서 10분동안 원심분리 하였다⁽¹¹⁾. 이 우유에 EPO를 50℃ 온도에서 2, 4, 6, 8,

10%의 비율로 첨가하여 1000psi압력으로 균질하였으며, 40℃에서 0.02% starter와 3.7% skim milk를 첨가한 후 incubator에 넣어 43℃에서 6시간동안 발효시켜 10℃에서 24시간 동안 안정화시킨 것을 0일로 하여 4℃에서 15일간 저장하면서 3일 간격으로 pH, 산도, 지방산화도(TBA), 유산균수, 점도는 Bostwick Consistometer(CSC Scientific Company, INC.)로 측정하였고, 유리지방산 정량은 GC로 분석하였으며, 관능검사에서는 yogurt flavor, off-flavor, off-taste, rancid, bitter 등 관능적 특성을 5점법으로 평가하였다. 그리고 동물실험을 위해서 4주령의 Sprague-Dawley(SD) rat(12마리)를 구입하여 8주 동안 high cholesterol-high fat diet을 먹이고, 콜레스테롤 수치가 증가한 이후에는 rodent purified diet를 모두 먹이고, 그중 6마리는 일일 일회 일반적인 요구르트 2ml를 혼합하여 섭취시켰고, 나머지 실험군 6마리는 일일 일회 β -CD처리하고 10%의 EPO를 첨가하여 제조한 요구르트 2ml를 혼합하여 섭취시켰으며, 음수는 상수도수를 자유 섭취시켰다. 혈청 중 총 콜레스테롤, 중성지질, HDL-cholesterol은 생화학 자동분석기(Olympus Au400, Japan)를 이용하여 비색법으로 각각 측정하였다.

결과 및 고찰

유리지방산 정량 분석

① Short-chain fatty acid

저급유리지방산인 C₄, C₆, C₈, C₁₀의 각 성분들은 요구르트의 저장기간이 경과함에 따라 증가되었으며, 전체적으로 C₄와 C₁₀의 함량이 가장 많았으며, C₈이 가장 낮게 측정되었다. 저장 0일과 3일에는 수치가 조금씩 증가되었고, 저장 6일부터 15일까지는 EPO첨가량이 많을수록 수치가 증가되었다. Control은 저장 0일에 C₄와 C₆가 각각 2.8, 2.1ppm에서 저장 15일에는 5.7, 3.5ppm으로 측정되어 큰 차이는 없었으나 EPO를 10% 첨가한 요구르트에서는 저장 0일에 C₄와 C₆가 각각 6.5, 7.1ppm에서 저장 15일에는 13.3, 15.1ppm으로 약 2배정도 증가되었다.

② Gamma linolenic acid

Control과 β -CD를 처리한 요구르트에서는 GLA가 측정되지 않았고, EPO의 첨가량이 많을수록 요구르트 내 GLA가 높게 측정되었으나, EPO를 2%첨가한 요구르트는 1.48ppm에서 0.67ppm으로, 10%첨가한 요구르트는 8.0ppm에서 4.6ppm으로 저장기간이 경과할수록 GLA함량이 약 2배가 감소되어 Hudson⁽¹²⁾은 GLA는 all-cis 6:9:12 double-bond system이기 때문에 화학적인 성분변화가 쉽게 일어날 수 있다고 보고하였으므로 본 실험에서 사용한 7%의 GLA를 함유한 EPO는 자동산화가 매우 컸던 것으로 사료된다(Fig. 1).

③ Total free fatty acid

Control은 저장 0일에 99.9ppm에서 15일에 113.8ppm으로 EPO를 10%첨가한 실험군은 저장 0일에 145.5ppm에서 178.1ppm으로 저장기간이 경과함에 따라 모든 실험군에서 증가되었으며, 본 실험에서는 EPO의 70%를 차지하는 linoleic acid의 함량은 측정하지 않았기 때문에 모든 실험군의 total free fatty acid의 증가량이 비슷하게 나타났다고 사료된다.

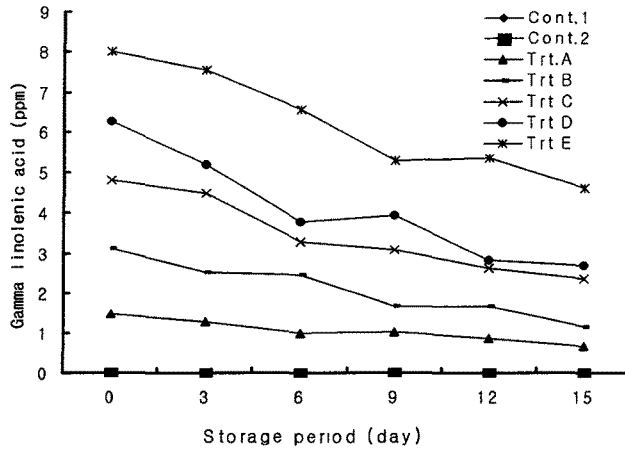


Fig 7. Production of gamma linolenic acid in evening primrose oil added and cholesterol-reduced yogurt stored at 4°C for 15 days¹.

¹Milk used was treated with 1% β -cyclodextrin for Trts.

Cont .1 no added.

Cont. 2 yogurt was treated with 1% β -CD.

Trt A , Trt B, Trt C, Trt D, Trt E : 2, 4, 6, 8 and 10% EPO was added in each treated cholesterol-reduced yogurt, respectively.

동물실험

8주 동안 하루평균 food intake는 대조군과 실험군이 각각 21.97과 22.73g 섭취하였고, 평균체중은 대조군과 실험군이 각각 77.02와 87.33g으로 유의차가 있는 것으로 나타났다. 총 콜레스테롤 농도(TC)와 중성지질(TG)의 농도가 감소하였으나 HDL-cholesterol농도는 대조군과 유의차가 없었다. 이는 GLA섭취량이 적은것과 EPO섭취량전의 혈중콜레스테롤이 132mg/dl로 정상수준이었던 것 그리고 발효유의 혈중 콜레스테롤 저하작용이 문제점으로 기인할 수 있

Table 1. Effects of experimental diets on food intake and body weight gain¹

Treatment	Food intake (g/day)	Body weight gain (g/ 8week)
Control ²	22.73 ^a	87.33 ^a
EPO ³	21.97 ^a	77.02 ^b

¹Rats were fed for 16 weeks. Means within column by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

²Control : no added.

³10% EPO-added cholesterol-reduced yogurt. (2ml/day).

다고 사료된다. 이러한 문제점에도 불구하고 TC의 농도는 실험군이 대조군보다 18.5mg/dl 감소하였고, TG의 농도는 대조군이 9.4mg/dl가 증가한 것에 비해 실험군은 10.5mg/dl가 감소하였으며, HDL-cholesterol의 농도는 실험군과 대조군이 유의적 차이는 없었으나, EPO섭취전의 37mg/dl에서 8주후에 58.4mg/dl로 21.4mg/dl 증가한 결과로 보아 LDL-cholesterol 수치가 저하된 것으로 보인다. 따라서 EPO를 첨가하여 제조한 요구르트는 혈중 콜레스테롤 저하 기능이 있다고 사료된다(Tabels 1, 2).

Table 2. Effects of experimental diets on the change of blood triacyl-glycerol, total cholesterol and high density lipoprotein in rats fed for 16weeks¹

Treatment	Total CH		TG		HDL	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
	(mg/dL)					
Control ²	117.3 ^b	175.0 ^a	51.8 ^b	61.2 ^a	35.2 ^a	57.6 ^a
EPO ³	132.8 ^a	172.0 ^a	73.5 ^a	63.0 ^a	37.0 ^a	58.4 ^a

¹ Means in a column with the same letter are not significantly different (P<0.05).

² Control : no added.

³ 10% EPO-added cholesterol-reduced yogurt(2ml/day).

요 약

본 연구는 β -CD를 이용하여 콜레스테롤을 제거한 우유에 EPO의 첨가비율을 달리하여 제조한 요구르트의 이화학적 변화와 물성 및 관능적 특성을 알아보는 것과 동물실험을 통해 혈중 콜레스테롤 저하 기능을 관찰함으로써 혈중콜레스테롤 저하 요구르트를 개발하기 위하여 실시하였다. β -CD를 이용하여 콜레스테롤을 제거한 우유에 달맞이꽃 종자유를 첨가하여 제조한 요구르트는 저장기간이 지남에 따라 품질이 저하되었으나, control과 유사한 경향을 보여 전체적으로 긍정적인 결과로 나타났으며, 랫트 실험결과 HDL-cholesterol은 대조군과 유의적 차이는 없었지만 EPO를 섭취하기 전보다 21.4mg/dl 증가하였고, 총콜레스테롤 농도와 중성지질의 농도가 감소한 결과로 보아 LDL-cholesterol수치가 저하되었음을 나타내므로 혈중 콜레스테롤 저하 기능성 요구르트로서의 작용을 가지고 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Glodstein, J. L. and M. S. Brown. (1977) *Annu. Rev. Biochem.* 46, 897-930
2. Biss, K. et al. (1971) *N. Engl. J. Med.* 284, 694-699
3. R. A. Gibson and C. M. K. (1981) *Amer. J. Clin. Nutr.* 34, 252
4. Albert, L. and Leninger, INC. p. 595. 1982