

가교화 β -Cyclodextrin에 의한 우유의 Cholesterol 제거

김송희 · 한은미 · 광혜수
세종대학교 식품공학과

서 론

최근 서구 식문화의 증가로 cholesterol 과다 섭취로 인한 질병을 예방할 방법이 많이 연구되고 있지만, 뚜렷한 방법이 별로 없어서 이는 식품의 섭취로 줄일 수밖에 없는 실정이다. 저 Cholesterol 식품에 대한 소비자의 선호도가 높아지면서 cholesterol 만을 선택적으로 감소시킬 수 있는 물리적, 화학적, 생물학적 방법 등이 개발되고 있다. 그 중 많은 연구가 되어지고 있는 흡착제를 이용한 cholesterol 제거 방법에는 β -cyclodextrin(β -CD)을 이용한 방법이 있는데, β -CD는 아직까지 1회 사용으로 그치게 되며 이는 경제적 효율의 저하와 환경오염을 야기시킨다^(1,2). 따라서 가교화 β -CD를 제조해 cholesterol을 제거하고 재활용 해 보았다. 최근 전분의 이용 분야를 더욱 확대시키기 위하여 가공 적성에 적합한 성질을 가지도록 전분을 변형시켜 사용하고 있는데 변형 전분의 하나인 가교결합 전분은 전분을 phosphorous oxychloride, epichlorohydrin, adipic acid 등의 가교제로 처리하여 제조하며, 그 중 epichlorohydrin이 가장 효과가 큰 것으로 알려져 있다^(3,4). 가교시킨 전분은 내열성과 내산성, 내전단성 등의 성질을 가진다. 따라서, 본 연구는 β -CD를 가교화하여 우유의 cholesterol을 효과적으로 제거하고, 이들의 재활용의 가능성을 규명하는데 있으며, 가교화 β -CD를 이용해 cholesterol을 제거한 우유 및 유 제품을 연구하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

우유의 실험을 위하여 유지방의 함량이 3.6%의 시유를 구입하였다. 가교시약으로 epichlorohydrin(Acros Organics, USA)을 사용하였고, β -CD 재활용을 위해 99.00%의 acetic acid와 butanol을 사용하였다. β -CD 가교 방법은 Fig. 1에 도식화하였다⁽⁵⁾. 가교화 β -CD를 이용해 유지방 3.6%인 시유 100g을 200ml 비이커에 넣고 cholesterol 흡착을 위한 β -CD 농도(0.5, 1, 2%), cholesterol과 β -CD를 결합시키기 위한 교반온도(5, 10, 15°C)와 교반시간(5, 10, 15 min), 교반속도(200, 400, 600 rpm)의 factor들로 cholesterol 제거실험을 실시하였다. 이와 같은 조건으로 처리한 시료 중 1g을 취하여 GC를 사용하여 cholesterol을 정량하였다.

결과 및 고찰

가교화 β -cyclodextrin의 양

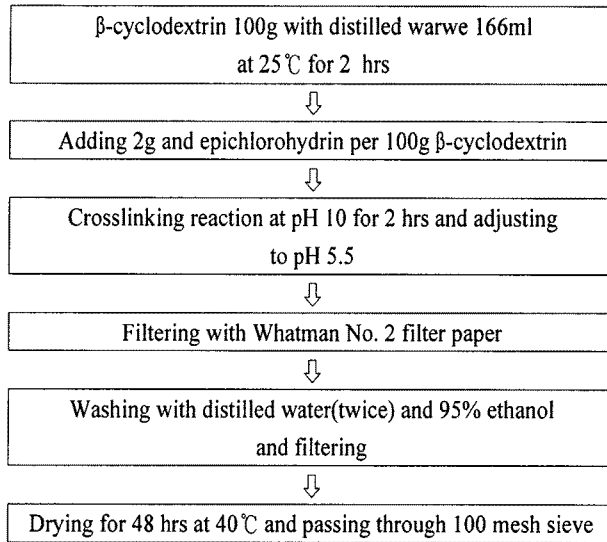


Fig. 1. Schematic diagram of crosslinked β -cyclodextrin.

우유의 cholesterol 제거에 가장 효과적인 β -CD의 첨가량을 선택하기 위하여 우유에 대한 첨가량을 0.5, 1.0, 2.0%로 정하여 비교 실험하였다. 0.5% 첨가시에는 73.2%의 cholesterol을 우유에서 제거할 수 있었으며, 1.0, 2.0 % 첨가시에는 80.5%와 80.1%의 제거효과를 보였다

교반온도

우유는 4°C이하에서 보통 저장, 유통되므로 4°C를 포함하는 20°C 이하의 여러 교반온도 조건에서 cholesterol제거 실험을 행하였다. 교반온도의 cholesterol 제거 효과를 알아보기 위한 실험으로 교반과정의 온도를 5, 10, 20°C로 정하고, 가교화 β -cyclodextrin 1%와 교반속도 400rpm, 교반시간 10분으로 일정하게 유지하면서 교반온도의 영향을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 교반온도 5°C일 때 80.2%의 cholesterol이 제거되었고, 10, 20°C일 때는 83.3, 81.2%의 제거율을 보였다.

교반시간

가교화 β -cyclodextrin cholesterol을 결합시키기 위해서는 교반이 필요하다. 교반시간의 영향을 알아보기 위해 교반시간을 5, 10, 15분으로 정하고, 가교화 β -cyclodextrin 1%, 교반속도 400 rpm, 교반

Table 1. Effect of various crosslinked β -cyclodextrin contents on cholesterol removal in milk

Shaking temp(°C)	Cholesterol removal ¹⁾ (%)
5	80.2
10	81.3
15	81.2

¹⁾ Means of triplicated cholesterol extraction. Factors of cholesterol removal ; crosslinked β -cyclodextrin : 1%, mixing speed : 400rpm, mixing time : 10min, average cholesterol in milk : 13.8%

온도 10℃로 하여 수행한 결과 교반시간 5, 10분일 때는 81.7, 83.3%의 제거율을 보였으며, 15분 교반 하였을 때는 81.0%의 제거율을 나타내었다. 교반시간을 일정한 수준 이상으로 계속 증가시켜도 cholesterol 제거에는 거의 동일한 영향만을 주는 것으로 생각된다.

교반 속도

본 실험에서는 우유의 cholesterol 제거에 가장 적절한 교반속도를 선택하기 위해 교반속도를 선택하기 위해 교반속도를 200, 400, 600 rpm으로 정하고, 가교화 β -cyclodextrin 1%, 교반온도 10℃, 교반시간 10분으로 하여 비교실험을 하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 교반속도가 400rpm으로 증가시켰을때 81.6%, 600rpm일 때는 81.2%으로 400rpm과 차이가 거의 없어 400rpm이 적절한 교반속도로 나타났다.

Table 2. Effect of mixing speeds of crosslinked β -cyclodextrin on cholesterol removal in milk

Mixing speed (rpm)	Cholesterol removal ¹⁾ (%)
200	79.4
400	81.6
600	81.2

¹⁾ Means of triplicated cholesterol extraction.

Factors of cholesterol removal ; crosslinked β -cyclodextrin : 1%, ixing temp : 10℃, mixing time : 10min, , average cholesterol in milk : 13.8%

가교화 β -CD 재활용

기존의 β -CD의 재활용은 원심분리를 해야만 수거되는 β -CD를 다시 교반까지 해서 용매를 사용하는 번거로운 과정을 거쳤다. 그러나, 가교화 β -CD는 가교된 전분의 특성으로 인해 원심분리대신 여과지에 걸러 사용된 β -CD를 수거하고 24시간동안 acetic acid : butanol = 3:1의 용매에 정치했다가 건조시켜서 재사용했다. 가교화 β -CD를 사용해 우유에서 콜레스테롤 제거 최적조건과 동일한 조건으로 재활용 후 가교화 β -CD로 우유 속 콜레스테롤을 제거한 결과 75%의 제거율을 보여 92% 재활용율로써 가능성이 입증되었다.

요 약

본 연구의 목적은 cholesterol를 가교화 시켜 우유 및 유제품의 cholesterol을 효과적으로 제거하고, 이들의 재활용이 용이하게 되어지는 것을 규명하는데 있으며, 이를 이용해 cholesterol을 제거하고 재활용 하는데 문제가 되었던 점을 고려해 가교화 β -CD를 이용해 우유 및 유제품에서 cholesterol을 제거하고 재활용의 더 높은 효율을 위하여 실시되었다. 가교화 β -CD를 이용해 우유에서 cholesterol 제거 실험결과와 최적 조건은 가교화 β -CD 1%를 첨가해 교반온도 10℃, 교반시간 10분, 교반속도 400rpm으로 실험한 결과 cholesterol 제거율이 평균 81.6%이었다. 또한 가교화 β -CD의 재활용율은 92%로 나타났다. 이 실험의 결과 β -CD의 가교화가 우유의 cholesterol제거와 재활용 면에서 긍정적인 것으로 사료

되며 산업화의 가능성을 시사하였다.

참고문헌

1. Chang, E. J. et al. (2001) *Asina-Aust. J. Animal Sci.*, 14(6) : 844-849.
2. Wurzburg, O. B. (1986) 6 : 41-53.
3. Lee, D. K. et al. J. (1997) *Dairy Sci.*, 2 : 2237-2330.
4. Hollonger, G. et al. (1974) *Biopolymers.*, 13 : 879-890.
5. Hollonger, G., et al. (1974) *Biopolymers.*, 13 : 879-890.