

가교화 β -Cyclodextrin에 의한 라드의 cholesterol 제거 최적 조건 확립에 관한 연구

김송희, 안정좌, 박해수*

세종대학교 식품공학과

서 론

식생활의 서구화와 소득수준의 향상으로 육가공 제품이 다양화 되어지고 있다. 그러나, 이런 육가공품의 섭취는 cholesterol의 섭취를 증가시키며, 관상동맥증과 동맥경화증, 비만, 고혈압, 암과 같은 질환을 일으킬 수 있는 위험인자가 되었다. 더욱이 육가공 제품 저장중에 빛이나 저장온도 등에 따라서 생성될 수 있는 cholesterol 산화생성물들은 cytotoxic, atherogenic, carcinogenic과 같은 독성을 갖고 있다고 보고 되었다. 그러므로 식품 중 cholesterol 함유량을 줄여 섭취시 cholesterol level을 저하시키는 방법이 필요하게 되었고, 현재 저 cholesterol 식품에 대한 소비자의 선호도가 높아지면서 cholesterol 만을 선택적으로 감소시킬 수 있는 물리적, 화학적, 생물학적 방법 등이 개발되고 있다. 그 중 가장 효과적인 방법은 β -cyclodextrin(β -CD)을 이용하는 것인데, β -CD는 아직까지 1회 사용으로 그치게 되며 이는 경제적 효율의 저하와 환경오염을 야기시킨다. 따라서 내열성과 내전단성, 회수율이 높아 경제적, 환경적 문제를 해소할 수 있는 adipic acid 으로 가교시킨 β -CD를 제조해 거의 모든 육가공 식품의 주원료인 lard의 cholesterol을 제거 해 보았다. Lard는 전국민 소비량이 아주 많은 소시지와 햄류 제조시 식품에 이용되는 원료 지방제로서 평균 콜레스테롤 함량이 90~120mg/100g 으로 콜레스테롤 함량이 매우 높아 lard에서의 콜레스테롤의 감소는 콜레스테롤이 저하 된 여러 가지 육가공 제품 개발의 가능성을 규명하였다. 따라서 본 연구는 가교화 β -CD를 이용해 lard의 cholesterol을 효과적으로 제거하는 최적조건을 확립을 하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

Lard의 최적조건 확립 실험을 위하여 돈지 3kg을 구입하였고, 가교시약으로 adipic acid(Shinyo Pure Chemical Co, Japan)를 사용하였다. Lard 20g을 150ml 비이커에 넣고 cholesterol 흡착을 위한 distilled water(10, 20, 30, 40, 50g), β -CD 농도(1, 3, 5, 7, 9%), cholesterol과 β -CD를 결합시키기 위한 교반온도(20, 30, 40, 50, 60℃)와 교반시

간(5, 10, 15, 20, 25 min), 교반속도(50, 100, 150, 200, 250 rpm)의 factor들로 cholesterol 제거실험을 실시하였다. 이와 같은 조건으로 처리한 시료 중 1g을 취하여 GC를 사용하여 cholesterol을 정량하였다.

결과 및 고찰

교반시 lard와 distilled water의 혼합비율

본 실험에서 가장 효율적인 lard와 distilled water의 혼합비율을 선택하기 위하여 라드 30g에 대한 distilled water 혼합량을 10, 20, 30, 40, 50g으로 하여 시료에 각각 첨가한 후, β -CD의 양 5%, 교반속도 150rpm, 교반온도 30 $^{\circ}$ C, 교반시간 1hr, 원심분리속도 250 \times g, 원심분리 시간 15min, 원심분리 온도 27 $^{\circ}$ C로 일정하게 유지하면서 비교실험을 하였다. 콜레스테롤 제거율을 실험한 결과는 Table 1에서와 같다. Distilled water와 1:1의 비율로 실험시 93.02%로 콜레스테롤 제거율이 가장 높아 30g의 distilled water가 라드와 혼합시 콜레스테롤 제거율의 최적으로 보여졌다.

Table 1. Effect of a ratio of lard to water on cholesterol removal in lard

Ratio of lard to distilled water	Cholesterol removal ¹⁾ (%)
3 : 1	64.05 ^c
2 : 3	85.13 ^b
1 : 1	93.02 ^a
3 : 4	92.92 ^a
3 : 5	92.58 ^a

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

Factors of cholesterol removal ; crosslinked β -CD ; 5%,

Factors of cholesterol removal ; mixing temp. ; 30 $^{\circ}$ C

mixing speed ; 150rpm, mixing time; 1hr., lard fat in lard ; 27%

가교화 β -CD의 농도

본 실험에서는 가장 효과적인 가교화 β -CD첨가량을 선택하기 위하여 라드에 대한 가교화 β -CD 첨가량을 1, 3, 5, 7, 9%로 하여 시료에 각각 첨가한 후, 교반속도 150rpm, 교반온도 30 $^{\circ}$ C, 교반시간 1hr, 원심분리속도 2,000rpm, 원심분리 시간 15min, 원심분리 온도 27 $^{\circ}$ C로 일정하게 유지하면서 비교실험을 하였다. 콜레스테롤 제거율을 실험한 결과는 Table 2에서와 같다. Adipic acid로 가교시킨 β -CD의 양이 우유의 5%일 때 93.02%로 콜레스테롤 제거율이 가장 높았으며 1%일 때는 64.05%, 3%일 때는 85.13%, 7%일 때는 92.92% 그리고 9%일 때는 92.58%로 나타나 5%의 β -CD 첨가가 라드에서 콜레스테롤을 제거율의 최적으로 보여 졌다.

Table 2. Effect of various crosslinked β -CD concentrations on cholesterol removal in lard

β -CD (%)	Cholesterol removal ¹⁾ (%)
1	64.05 ^c
3	85.13 ^b
5	93.02 ^a
7	92.92 ^a
9	92.58 ^a

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

Ratio of lard to water ; 1:1

Factors of cholesterol removal ; mixing temp. ; 30°C

mixing speed ; 150rpm, mixing time; 1hr., lard fat in lard ; 27%

교반 온도

라드는 일반적으로 20°C이하에서는 빠른 시간내에 지방이 고체화가 되는데, 지방을 액상으로 유지하면서 품질저하를 막기 위하여 20°C 이상의 여러 온도에서 교반실험을 해보았다. Aadipic acid로 가교시킨 β -CD 첨가에 의한 라드의 콜레스테롤 제거효과를 알아보기 위하여 교반 온도를 달리하여 제거율을 실험한 결과는 Table 3에서와 같다. 온도가 40°C일 때 92.38%로 콜레스테롤 제거율이 가장 높았으며, 20°C에서는 90.11%, 30°C에서는 90.32%, 50°C에서는 92.31% 그리고 60°C에서는 92.08%로 나타났다.

Table 3. Effect of various mixing temperatures of crosslinked β -CD on cholesterol removal in lard

Mixing temp. (°C)	Cholesterol removal ¹⁾ (%)
20	90.11 ^a
30	90.32 ^a
40	92.38 ^a
50	92.31 ^a
60	92.08 ^a

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

Ratio of lard to water ; 1:1

Factors of cholesterol removal ; mixing temp. ; 30°C

mixing speed ; 150rpm, mixing time; 1hr., lard fat in lard ;27%

교반 시간

가교화 β -CD를 이용해 라드에서 콜레스테롤 제거시 교반 시간을 달리하여 콜레스테롤 제거율을 실험한 결과는 15분일 때 92.01%로 콜레스테롤 제거율이 가장 높았으며, 5분일 때 87.14%, 10분일 때 91.47%, 20분 일때 91.48%를 보였다. 다른 여러 조건들에 비해서 교반시간은 일정한 수준 이상으로 계속 증가 시켰을 때 콜레스테롤 제거에는 거의 동일한 영향만을 가져 β -CD와 콜레스테롤이 흡착하는 데 큰 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

교반 속도

가교화 β -CD를 이용해 라드에서 콜레스테롤 제거시 교반 속도를 달리하여 제거율을 실험한 결과는 교반 속도가 150rpm 일 때 93.11%로 콜레스테롤 제거율이 가장 높았으며, 50rpm일 때 89.05%, 100rpm일 때 90.48%, 200rpm일 때 93.00% 그리고 250rpm일 때 92.85%로 약간의 차이를 보였지만 유의적 차이는 없었다($P < 0.05$). 교반속도의 증가는 안정한 상태로 결합되어 있던 β -CD와 콜레스테롤 복합체가 과도한 교반 속도로 인해 다시 불안정한 상태로 전환되는 것을 유의해야 한다.

요 약

본 연구의 목적은 β -CD를 가교화 시켜 육가공 제품의 주원료인 lard의 cholesterol을 효과적으로 제거하기 위한 최적조건 확립이다. 따라서 adipic acid로 가교화한 β -CD를 이용해 lard에서 cholesterol을 제거하고 더 높은 효율을 찾기 위하여 실시되었다. 가교화 β -CD를 이용해 lard에서 cholesterol 제거 실험결과의 최적 조건은 lard : distilled water=1:1, 가교화 β -CD 5%를 첨가, 교반온도 40℃, 교반시간 10분, 교반속도 150rpm으로 실험한 결과 cholesterol 제거율이 평균 81.6%이었다. 이 실험의 결과 가교화 β -CD로 lard의 cholesterol 제거 최적조건을 규명하고 이는 콜레스테롤을 저하시킨 육가공 제품의 생산 가능성을 시사하였다.

참 고 문 헌

1. S. H. Kim. et al. (2004) Arch Pharm Res 11 : 1183-1187
2. Cho, S. H. et al. (2002) J. Food Sci. 60 : 157-161.
3. Mandigo, R. W. et al. (1999) Meat Sci., 43 : 5-19.
4. Davidson, S. (1990) 148: 27-28.
5. Ong, C. P. et al. (1990) J. Chromatogr. 515 : 509-513.