

Saponin을 이용한 크림 중의 Cholesterol 제거조건

오훈일 · 장은정 · 광해수
세종대학교 식품공학과

Removal Conditions of Cholesterol from Cream by Saponin Treatment

Hoon-II Oh, Eun-Jung Chang and Hae-Soo Kwak

Department of Food Science and Technology, Sejong University

Abstract

In order to prepare low cholesterol cream by treatment with saponin, the optimal conditions of saponin conc., pH of saponin solution, temperature and amount of celite addition were investigated. The results revealed that the optimal conc. and pH of saponin solution were 5% and 5.5 removing 71.67% and 73.40% of cholesterol, respectively. The temperature of reaction with saponin was best at 60°C, removing 74.34% of cholesterol in this condition. The addition of celite was more effective than non-addition in the removal of cholesterol from cream and the optimal amount of celite addition was 2.5%, removing 76.32% of cholesterol from cream. The results of this study indicate that saponin is effective on cholesterol removal from cream.

Key words : cholesterol removal, cream, saponin, celite.

서 론

최근 우리나라에서는 국민소득이 증가함에 따라 식생활이 다양화되고 서구식 식문화가 유입되어 우유 및 유제품, 육류 및 육제품의 소비가 급증하여 동물성 지방의 섭취가 매년 계속 증가하는 추세이다. 특히, 우유 및 유제품의 소비는 1986년 현재 국민 1인당 연간 우유 23.2kg에 불과했지만 1996년에는 54.5kg으로 지난 10년 사이에 두배 이상 증가하였다⁽¹⁾.

유제품 중 크림은 유지방 함량이 15~40%로 특유의 향미를 갖고 있을 뿐만 아니라 원유가 갖고 있는 모든 성분을 갖고 있어 고영양식품으로 그 소비가 증가하고 있으며 앞으로도 계속적으로 증가할 추세이다⁽²⁾. 따라서 동물성 지방에 존재하는 cholesterol의 섭취량도 증가하여 cholesterol의 과다섭취에 의한 심장 및 순환계 질환이 증가될 소지가 충분히 많다. 그

러므로 식이 중의 cholesterol을 제거함으로써 섭취되는 cholesterol의 양을 줄여야 할 필요성이 있다. 특히 우유를 가공한 유제품들은 cholesterol 함량이 크림은 137mg/100g, 버터는 219mg/100g 등⁽³⁾으로 비교적 높아 질병의 원인이 될 수도 있다.

따라서 cholesterol의 함량이 낮은 우유 및 유제품의 개발은 국민 건강 증진에 크게 이바지 할 뿐만 아니라, 식품의 수입개방화에 따른 수입제품들과의 경쟁력 향상과 고부가가치 향상의 측면에서도 중요한 의의가 있다고 할 수 있다. 이미 서구의 여러 낙농선진국들에는 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 아직 국내에서는 이러한 연구들이 미비한 실정이다. 그러나, 우리나라에서도 국민들의 생활 수준 및 의식의 향상으로 인해 저cholesterol 제품에 대한 관심이 고조되고 있으므로, 이에 대한 연구 및 개발이 빠른 시일내에 이루어져야 할 필요성이 대두되고 있다.

현재 cholesterol 제거를 위해 연구되고 있는 방법중 흡착제를 이용하는 방법은 선택성

Corresponding author : Hoon-II Oh, Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea.

및 경제성에 있어 가장 효율적이므로 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 중이며, 이에 이용되는 흡착제로는 saponin과 β -cyclodextrin등이 있다⁽⁴⁾.

Saponin은 cholesterol과 결합하여 micelle 구조의 불용성 화합물을 생성하므로 쉽게 cholesterol을 제거할 수 있으며^(5,6), 또한 cholesterol에 대한 선택성이 강하므로 최종제품의 품질을 변화시키지 않고, 현재 우유생산에 이용되는 생산라인을 크게 변형시키지 않아도 공정내에 사용 가능한 장점을 지닌다. 반면에 가격이 비싼 단점이 있으나, 이는 고정화 방법을 이용하여 해결할 수도 있다.

본 연구에서는 cholesterol 함량이 높은 cream으로부터 saponin을 이용하여 저cholesterol 크림제품을 생산하기 위해 saponin 용액의 농도, saponin 용액의 pH, 반응온도, celite의 첨가량이 크림의 cholesterol 제거에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

재 료

크림은 유지방 함량이 36%인 유크림을 (주) 삼익유가공으로부터 공급받아 사용하였고, saponin은 quillaja bark로부터 추출한 food-grade용으로 Sigma Chemical Co. (St. Louis, Mo, USA)의 제품을 사용하였으며, saponin과 cholesterol의 복합체를 흡착하기 위한 흡착제로는 구조의 일종인 celite 545를 Shinyo Pure Chem. Co. (Osaka, Japan)로부터 구입하여, 이를 증류수에 첨가하여 교반 후 정지시켰을 때, 가라앉는 부분만을 수거하여 100℃에서 건조 후 사용하였다.

크림의 saponin 처리

크림의 saponin처리 방법은 Sundfeld 등⁽⁵⁾의 방법을 변형하여, 크림 10g에 동량의 saponin 용액을 pH 조절하여 첨가하고 수조에서 100rpm으로 교반하면서 30분간 반응시킨 후 celite를 첨가하여 동일온도에서 1시간동안 흡착시켰다. 그후 saponin과 cholesterol의 complex를 제거하기 위하여 8,000×g, 4℃에서 20분간 원심분리하고, 지방층인 상층부를 분리한 다음 여과지(Whatman filter paper No. 1)로

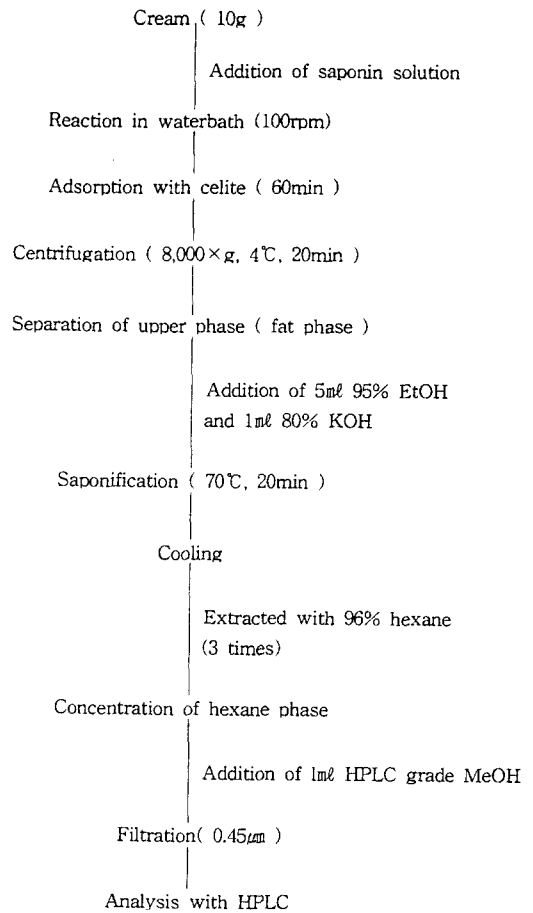


Fig. 1. Schematic diagram for the process of saponin treatment and cholesterol extraction from cream.

물기를 제거하였다(Fig. 1).

실험조건

1) Saponin 첨가량의 영향

Saponin용액의 농도를 1, 5, 10, 15%로 조절하여 pH를 7.0으로 맞춘 후, 크림과 50℃에서 30분간 반응시켜 cholesterol의 함량을 측정하였다.

2) Saponin 용액의 pH 영향

크림의 cholesterol 제거에 대한 saponin 용액 pH의 영향을 조사하기 위해 5% saponin 용액의 pH를 5.5, 7.0, 8.5로 조절하여 크림에

첨가하고 50℃에서 30분간 반응시켜 cholesterol의 함량을 측정하였다.

3) 반응온도의 영향

반응온도가 크림의 cholesterol 제거에 미치는 영향을 조사하기 위하여 크림과 pH 5.5의 5% saponin 용액을 혼합하여, 40, 50, 60℃에서 각각 30분씩 반응시켰다.

4) Celite 첨가량의 영향

크림과 pH가 5.5인 동량의 5% saponin을 60℃에서 30분간 반응시킨 후, celite 농도를 크림량에 대해 2.5, 7.5, 12.5% 첨가하여 1시간 동안 흡착시키고, 원심분리한 후 상층으로 제거된 cholesterol 함량을 측정하였다.

Cholesterol 분석

1) Cholesterol의 추출

Cholesterol 추출은 Bachman 등의 방법⁽⁷⁾을 응용하여 아래와 같이 실시하였다. Screw cap test tube에 시료 0.2g과 함께 95% ethanol 5ml와 80% KOH (in water, w/v) 1ml를 넣고 교반한 후, 70℃ 수조에서 20분간 검화하였다. 검화후, 냉각시키고 증류수 2ml와 hexane 5ml를 첨가한 후 교반하여 액상층과 haxane층이 분리되도록 10분간 정치한 후 haxane층을 분리하였다. Haxane으로 2회 더 반복 추출한 후 추출된 haxane층을 모아 rotary vacuum evaporator로 감압농축하였다.

2) HPLC를 이용한 cholesterol 분석

추출한 cholesterol을 HPLC용 methanol 1ml에 녹여 0.45 μ m Gelman filter로 여과한 후 Fillion 등⁽⁸⁾의 방법을 변형하여 cholesterol

의 함량을 분석하였다. Cholesterol의 HPLC 분석 조건은 Table 1과 같다.

Saponin 처리 후 크림에 잔존하는 saponin 함량 측정

크림과 saponin용액을 농도별(1, 5, 10, 15%)로 반응시켰을 경우와 크림과 saponin용액을 반응시킨 후 celite로 흡착하였을 때에, 크림에 잔존하는 saponin의 함량(% Quillaja Powder Residues content)을 Sundfeld 등의 방법⁽⁹⁾으로 측정하였다. Saponin 및 celite와 반응시킨 크림을 8000 \times g에서 20분간 원심분리하여 상층의 지방층을 모아 % QPR을 측정하였다.

결과 및 고찰

Saponin 농도의 영향

Saponin을 이용하여 크림의 cholesterol 제거시, saponin 용액의 농도가 cholesterol 제거에 미치는 영향을 알아보기 위해, 모든 조건은 동일하게 하고 saponin 용액의 농도만 1, 5, 10, 15%로 달리하여 실험한 결과, saponin 용액의 농도가 5%일 때 cholesterol이 71.67%로 가장 많이 제거되었고, saponin 용액의 농도가 1, 10, 15% 일 때에는 cholesterol 제거율이 각각 64.63, 69.06, 62.00%로 낮았다(Fig. 2). 이는 saponin을 이용하여 우유의 cholesterol을 제거할 경우, 우유량의 1.5%에 해당하는 saponin을 첨가하였을 때, cholesterol 제거율이 69.94%로 가장 높고 saponin 첨가량이 이보다 많거나, 적을 때에는 cholesterol 제거율이 낮아진다는 오 등⁽¹⁰⁾의 보고와, saponin을 고정화할 경우, saponin의 양이 polymer g당 일정 mmol일때까지는 cholesterol의 제거율이

Table 1. Instrument and operation conditions for cholesterol analysis by high performance liquid chromatography

Instrument	:	Waters associates HPLC
Column	:	Nova-Pak C ₁₈ (3.9 \times 300nm)
Detector	:	Waters 486 absorbance detector (205nm)
Solvent	:	Methanol : Acetonitrile : Isopropanol = 7 : 2 : 1 (v/v/v)
Flow rate	:	1.6ml/min
Temperature	:	35℃
Injection vol.	:	20 μ l

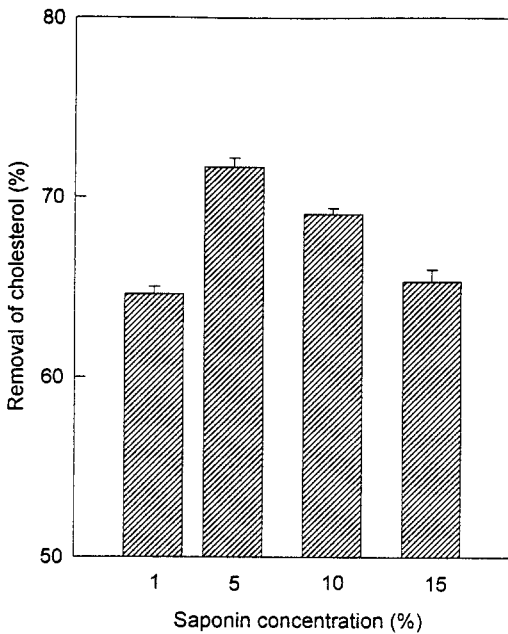


Fig. 2. Effect of saponin concentration on the removal of cholesterol from cream by reaction with pH 7.0 saponin solution at 50°C for 30min.

증가하다가, 그 이상의 양이 되면 cholesterol의 제거율이 서서히 감소한다는 Micichi 등^(11, 12, 13)의 결과와 유사하다.

또한 Sundfeld 등⁽⁹⁾은 butteroil에서 cholesterol을 제거할 때 saponin 용액의 농도가 0.40 mg/ml인 것이 0.04mg/ml인 경우 보다 1.4배 정도 제거 효과가 컸다고 하였으며, 옥⁽¹⁴⁾은 cholesterol 용액에 인삼 saponin을 첨가하여 cholesterol의 용해도에 관한 실험을 했을 때, saponin의 첨가량이 증가할수록 free cholesterol의 양이 감소하다가 일정 수준 이상이 되면 더 이상 cholesterol의 양이 감소하지 않고 일정수준을 유지하게 된다고 보고하였다. 이는 saponin의 첨가량이 필요 이상이 될 때는 cholesterol에 대한 saponin분자들 간의 경쟁작용이 심해져서 오히려 cholesterol 제거 효과가 저해되는 것으로 사료된다.

Saponin 용액의 pH 영향

Saponin 용액의 pH는 saponin과 cholesterol 간의 micelle 복합체 형성에 영향을 주는

주요 인자이다⁽⁵⁾. 우유의 경우는 pH가 낮을 경우 casein 단백질의 침전문제 및 최종제품의 pH가 pH 6.4~6.6 범위 이내여야 하므로 pH를 조절하는데는 많은 문제점이 있으나, 크림의 경우는 단백질 함량이 낮고 대부분이 지방이므로 크림의 pH를 조절하는 것이 우유에서와 같이 큰 문제가 되지 않는다⁽¹⁵⁾. 따라서, 본 연구에서는 크림의 cholesterol 제거시, cholesterol 제거효과에 가장 큰 영향을 미치는 saponin 용액의 pH를 선택하기 위하여 크림에 소량이지만 함유되어 있는 casein단백질이 침전되지 않게 casein의 등전점인 pH 4.6를 피하여 5% saponin 용액의 pH를 5.5, 7.0 및 8.5로 각각 조절하여 cholesterol의 제거율을 비교하였다(Fig. 3). 그 결과 saponin 용액의 pH가 산성인 5.5에서 cholesterol 제거율이 73.40%로 가장 높았고, 중성 및 알칼리성인 pH 7.0과 8.5에서는 그 제거율이 71.74, 61.02%로 점진적으로 감소하여 saponin용액의 pH가 알칼리성이 될 수록 cholesterol의 제거율이 낮아지는 경향을 보여 주었다. 이는 Sundfeld 등⁽⁹⁾이 saponin을 이용하여 butteroil의 cholesterol을

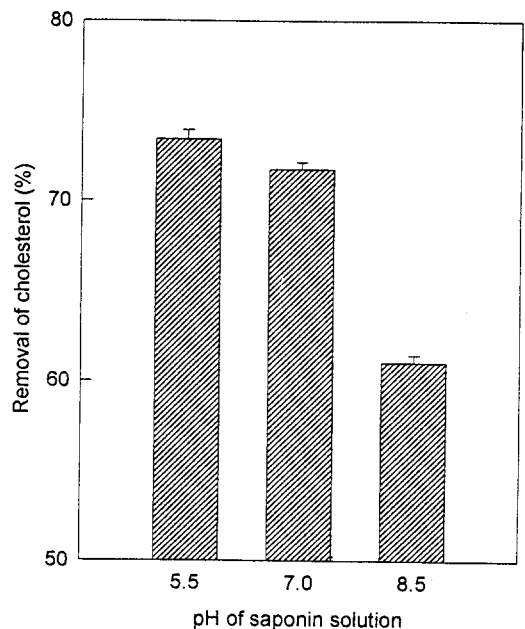


Fig. 3. Effect of pH of saponin solution on the removal of cholesterol from cream by reaction with 5% saponin solution at 50°C for 30min.

제거할 때 pH 4.5일 경우가 7.0일 때보다 제거 효과가 컸다는 결과와, 인삼 saponin과 cholesterol을 반응시켰을 때, 인삼 saponin 용액의 pH가 낮을수록 free cholesterol의 양이 감소한다는 옥⁽¹⁴⁾의 보고와 유사하다.

Saponin과의 반응온도 영향

우유에 비해 크림은 점도가 높으므로 saponin 용액과 균일하게 반응시키기 위해서는 우유와 saponin과의 반응온도보다 온도를 높게 설정하여, 크림이 saponin 용액내에 균일하게 녹아들어 가게 해야 한다. 따라서, saponin을 이용하여 크림중에 함유되어 있는 cholesterol을 제거할 때, cholesterol 제거에 미치는 온도의 영향을 규명하기 위해 크림에 pH가 5.5인 5% saponin 용액을 첨가하고 40, 50, 60℃에서 30분간 반응시켰다. 그 결과 60℃에서 반응한 경우 cholesterol 제거율이 74.34%로 가장 높았으며, 50℃와 40℃에서는 각각 73.32, 65.22%를 나타내었다(Fig. 4). 이 결과는 Sundfeld 등⁽⁹⁾이 saponin을 이용하여 butteroil의 cholesterol 제거시 30℃보다 60℃에서 cholesterol

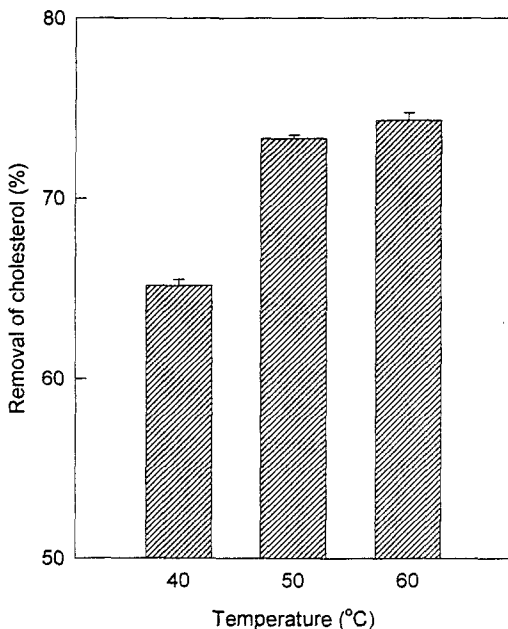


Fig. 4. Effect of temperature on the removal of cholesterol from cream by reaction with pH 5.5, 5% saponin solution for 30min.

제거효과가 더 우수했다고 보고한 것과 일치하였으며 옥⁽¹⁴⁾이 panaxadiol 및 panaxatriol 등의 인삼 배당체를 첨가하여 cholesterol과 반응시켰을 때 비교적 높은 온도인 50~60℃에서 free cholesterol의 양이 가장 낮았다는 결과와도 유사하다. 또한 Riccomini 등⁽¹⁶⁾은 cream과 butter fat을 saponin과 65℃에서 1시간동안 반응시켜 각각 80, 90%의 cholesterol을 제거하였으며, 오 등⁽¹⁰⁾은 우유와 saponin의 반응온도가 25, 35℃일 때보다 45℃일 때가 cholesterol 제거율이 높다고 하였다. 따라서, saponin과 cholesterol과의 결합은 온도가 높을수록 활발히 일어나 hydrophobic interaction이 주요 반응기작이라고 사료된다.

Celite 농도의 영향

Celite의 첨가가 cholesterol 제거에 미치는 영향을 조사하기 위하여 크림을 saponin만으로 처리한 경우와 saponin과 celite를 같이 처리한 경우로 나누어 비교실험한 결과는 Table 2와 같았다. Saponin만으로 처리한 크림은 cholesterol 제거율이 74.34%였으나, saponin과 celite를 같이 처리한 크림은 cholesterol 제거율이 75.69%로 celite를 첨가하는 경우가 cholesterol 제거에 더욱 효율적임을 나타내었다. 이는 Katz와 Keeney⁽¹⁷⁾ 및 Schwartz 등^(18, 19)이 celite를 이용함으로써 digitonin을 이용한 cholesterol 제거 실험에서 큰 효과를 얻었다는 보고와 유사한 결과였으며, Sundfeld 등⁽⁹⁾이 butteroil에서 cholesterol을 제거할 때 saponin만을 첨가한 경우는 saponin과 celite를 같이 첨가한 경우보다 남아있는 cholesterol의 양이 3배 정도 많았다는 보고와도 유사하였다. 또한, 오 등⁽¹⁰⁾은 saponin을 이용하여 우유의 cholesterol을 제거할 때 celite 첨가구가 무첨가구에 비해 cholesterol 제거에 훨씬 효율적이라고 보고하였다.

크림의 cholesterol 제거에 가장 효과적인 celite 첨가량을 결정하기 위해 크림에 pH가 5.5인 5% saponin 용액을 첨가하고 60℃에서 30분간 반응시킨 후, celite를 크림량에 대하여 각각 2.5, 7.5, 12.5%씩 첨가하여 비교실험한 결과, celite를 크림량의 2.5% 첨가하였을 때 cholesterol 제거율이 76.32%로 가장 높았고, 7.5% 첨가하였을 때는 75.69%, 12.5% 첨가시

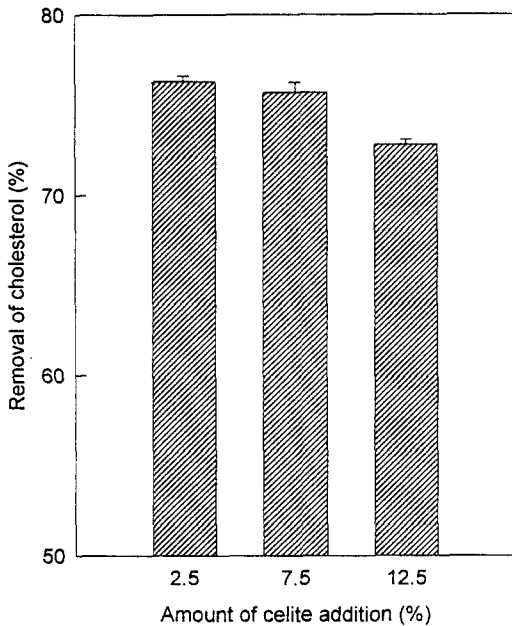


Fig. 5. Effect of amount of celite addition on the removal of cholesterol from cream by reaction with pH 5.5, 5% saponin solution at 60°C for 30min.

Table 2. Effect of celite addition on the removal of cholesterol from cream (triplicate)

Treatment	Removal of cholesterol (%)
Saponin only	74.34 ± 0.45
Saponin and celite	75.69 ± 0.33

Reaction conditions were pH of saponin solution, 5.5 ; temp., 60°C ; amount of celite addition, 2.5%.

에 72.80%로 오히려 2.5%를 첨가할 때보다 cholesterol 제거율이 떨어졌다(Fig. 5). 이 결과는 오 등⁽¹⁰⁾이 우유의 경우 celite 첨가량이 우유량의 0.25%일 때가 0.75%나 1.25%일 때보다 cholesterol 제거에 더 효과적이라고 보고한 것과 유사하나, celite의 첨가량이 증가할수록 cholesterol의 제거량이 증가한다는 Sundfeld 등⁽⁹⁾의 결과와는 차이가 있다. 이는 실험범위 설정의 차이로 Sundfeld의 실험에 비해 본 실험에서는 celite 첨가농도를 높게 설정하여 celite 첨가량이 증가할수록 chole-

sterol 제거율이 커지는 한도범위 인 2.5%를 가장 낮은 첨가량으로 설정하였기 때문이라고 생각된다. 따라서 과도한 양의 celite 첨가시, cholesterol과 saponin의 complex에 대한 celite 분자간의 경쟁적 작용이 커져서 오히려 cholesterol 제거율이 감소하는 것으로 사료된다.

Saponin 처리 후 크림에 잔존하는 saponin의 함량 측정

크림을 saponin과 celite로 처리할 경우, celite는 saponin과 cholesterol의 복합체를 흡착하여 침전하게 되는데, 이러한 복합체를 흡착하지 않은 상태의 celite도 자체의 무게가 있어 쉽게 가라앉아 크림으로부터 완전히 제거된다. 그러나 saponin의 경우에는 cholesterol을 흡착한 saponin은 모두 제거가 되나, 일부 cholesterol과 반응하지 않은 미량의 saponin은 완전히 제거되지 않고 크림에 잔존할 가능성이 있다⁽⁹⁾. 따라서 본 연구에서는 크림과 saponin 용액을 농도별(1, 5, 10, 15%)로 반응시켰을 경우와 크림과 saponin용액을 반응시킨 후 celite로 흡착하였을 때에, 크림에 잔존하는 saponin의 함량(% Quillaja Powder Residues content)을 측정하였다. 그 결과(Table 3), saponin용액의 농도가 1%와 5%일 때에는 % QPR이 모두 0.02%로 차이가 없었으나, 그 이상의 농도에서는 saponin용액의 농도가 증가할수록 높은 % QPR을 나타내었고, saponin만을 첨가한 경우보다 saponin과 celite를 함께 첨가한 경우 % QPR이 0.01%로 더 낮았다. 따라서 celite를 첨가하는 것이 크림에 잔존하는 saponin을 제거하는데 좀 더 효율적이라는 것을 알 수 있었다. 이는 Sundfeld 등⁽⁹⁾이 butteroil에서 cholesterol을 제거할 때, saponin과 celite를 함께 처리한 시료의 % QPR이 saponin만을 처리한 시료의 % QPR보다 그 수치가 낮았다는 보고와 유사하다. 또한 오 등⁽¹⁰⁾도 우유에서 이와 유사한 결과를 얻었다고 보고하였다.

Saponin 처리후 크림에 잔존하는 saponin의 양은 특히 cholesterol 제거에 가장 효율적인 saponin용액의 농도인 5%에서 % QPR은 0.01%로 극미량이며, 본 실험에서 사용한 quillaja bark의 saponin은 이미 식품산업에서 계면활성제 및 거품형성제로 사용되고 있는 물질⁽⁹⁾

Table 3. Effects of treatment process and concentration of saponin solution on quillaja saponin residue content(%) from cream

Concentration of saponin solution (%)	Saponin residue content(%)	
	Saponin only	Saponin and celite
1	0.02±0.002	0.01±0.001
5	0.02±0.001	0.01±0.001
10	0.06±0.002	0.03±0.006
15	0.10±0.009	0.08±0.003

Reaction conditions were pH of saponin solution, 5.5 ; temp., 60°C ; amount of celite addition, 2.5%.

이므로 안정성에는 문제가 없으리라 사료된다.

요 약

크림에 함유되어 있는 cholesterol을 제거하여 저cholesterol 크림을 생산하고자, quillaja saponin을 이용하여 크림중의 cholesterol 제거 조건을 조사하였다. 크림과 반응하는 saponin 용액의 농도를 1, 5, 10, 15%로 조절하여 실험한 결과, saponin 용액의 농도가 5%일 때 cholesterol 제거율이 71.67%로 가장 높았고, saponin 용액의 pH는 5.5, 7.0, 8.5 중 pH가 5.5 일 때, cholesterol 제거율이 73.40%로 가장 높았으며, 반응온도는 40, 50, 60°C 중에서 60°C가 74.34%의 cholesterol 제거율을 나타낸 최적의 온도임을 알 수 있었다. 또한 celite의 첨가량은 각각 2.5, 7.5, 12.5% 첨가시 2.5%를 첨가한 경우에 cholesterol 제거율이 76.32%로 가장 높았다. 따라서 cholesterol 제거의 최적 조건은 76.32%의 제거율을 나타낸 saponin 용액의 농도 5%, pH 5.5, 반응온도 60°C, celite 첨가량 2.5%인 경우이다. 본 실험의 결과, saponin은 크림으로부터 cholesterol 제거에 가능성이 있는 것으로 관찰되었다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 농림부 첨단농림수산기술개발과제 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 광해수 : 우유 및 유제품의 콜레스테롤 제거 개발에 관한 연구. 농림수산부 특정 연구 과제 (1997).
2. 한국낙농공학연구센터 : 낙농식품가공학. 선진문화사 (1993).
3. USDA : *Composition of Foods, Dairy and Egg Products*. Agriculture HB 8-1. Agriculture Research Service (1976).
4. Ahn, J. J. and Kwak, H. S. : Cholesterol reduction in cream using β -cyclodextrin. *J. Food Sci.* (accepted).
5. Sundfeld, E., Yun, S., Krochta, M. J. and Richadson, T. : Separation of cholesterol from butteroil using quillaja saponins. I. Effects of pH, contact time and adsorbent. *J. Food Process Eng.*, 16, 191 (1993).
6. Price, K. R., Johnson, I. T. and Fenwick, G. R. : The chemistry and biological significance of saponins in food and feedingstuffs. *CRC Critical Rev. in Food Sci. and Nutr.*, 26(1), 27 (1987).
7. Bachman, K. C., Lim, J. H. and Wilcox, C. J. : Sensitive colorimetric determination of cholesterol in dairy products. *J. AOAC*, 59, 1146 (1976).
8. Filllion, L., Zee, J. A. and Gosselin, C. : Determination of a cholesterol oxide mixture by a single-run high-performance liquid chromatographic analysis using benzoilation. *J. Chrom.*, 547, 105 (1991).
9. Sundfeld, E., Yun, S., Krochta, M. J. and Richadson, T. : Separation of cholesterol from butteroil using quillaja saponins II. Effects of temperature, agitation and concentration of quillaja

1. 광해수 : 우유 및 유제품의 콜레스테롤 제거 개발에 관한 연구. 농림수산부 특정 연

- solution. *J. Food Process Eng.*, **16**, 207 (1993).
10. 오훈일, 장은정, 박해수 : Saponin을 이용한 우유중 cholesterol 제거조건. 한국낙농학회지(계재예정) (1998).
 11. Micich, T. J. : Behavior of polymer supported digitonin with cholesterol in the absence and presence of butteroil. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 1839 (1990).
 12. Micich, T. J. : Behavior of polymer supported tomatine toward cholesterol in the presence or absence of butteroil. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1610 (1991).
 13. Micich, T. J., Foglia, T. A. and Holsinger, V. H. : Polymer-supported saponins : an approach to cholesterol removal from butter oil. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 1321 (1992).
 14. 옥성현 : Panaxadiol 및 panaxatriol계 glycoside가 cholesterol의 용해도에 미치는 영향. 조선대학교 약학과 석사학위 논문 (1984).
 15. 김영교, 성삼경 : 축산식품학. 선진문화사 (1996).
 16. Riccomini, M., Wick, C., Petersson, A., Jimenez-Flores, R. and Richardson, T. : Cholesterol removal from cream and anhydrous butter fat using saponins. *J. Dairy Sci.*, **73**, 107(Supplement 1) (1990).
 17. Katz, I. and Keeney, M. : Rapid method for isolation of unesterified sterols and its application to detection of milk fat adulteration with vegetable oils, *J. Dairy Sci.*, **50**(11), 1764 (1967).
 18. Schwartz, D. P., Brewington, C. R. and Burgwald, L. H. : Rapid quantitative procedure for removing cholesterol from butterfat. *J. Lipid Res.*, **8**, 54 (1967).
 19. Schwartz, D. P., Brewington, C. R. and Burgwald, L. H. : Rapid quantitative removal of natural sterols from lipids. *U. S. Patent 3,450,541* (1969).

(1998년 9월 17일 접수)