

가교화 β -Cyclodextrin을 이용한 콜레스테롤 제거 크림치즈의 연구

한은미 · 김송희 · 안정좌 · 박해수

세종대학교 식품공학과 유가공학 연구실

서 론

최근 서구 식문화의 증가로 우유 및 유제품의 소비가 많이 늘어남에 따라 유제품 속에 내재하는 콜레스테롤 함량이 순환기계 성인 질병과 밀접하게 관련되기 때문에 콜레스테롤 함량의 문제가 끊임없이 대두되고 있다. 유제품으로부터 콜레스테롤을 제거하는 가장 효과적인 방법으로는 흡착제인 β -CD를 이용하는 방법⁽¹⁾이 있으며, 이는 다양한 식품에서 콜레스테롤을 90%이상 제거하는 이점이 있다. 그러나 1회 사용에 그치기 때문에 β -CD를 회수해 재사용하는 연구들이 진행되고 있으며, 이중 유기용매에 의한 방법을 이용하여 β -CD를 재활용하였다. 그러나 유기용매를 이용해 재활용 하는 방법도 β -CD가 powder 상태여서 재활용시 원심분리를 해야 하고, 재활용한 β -CD와 일정한 비율로 β -CD를 혼합해 주어야 하기 때문에 이런 결점을 보완하기 위해 β -CD를 가교화시켜 사용하였다. 가교결합은 전분을 구성하는 분자 내에서 혹은 인접한 위치에 있는 분자 사이에서 화학적 결합을 형성하여 전분 입자의 구조를 강화시킨다⁽²⁾. 또한, 가교시킨 전분은 내열성과 내산성, 내전단성 등의 성질을 갖고 있어 식품 산업에서 증점제 등으로 이용되고 있다.

크림치즈는 숙성하지 않는 치즈이며, 수분함량이 55%로 일반 치즈에 비해 높기 때문에 맛이 부드럽고 매끄럽다. 크림치즈는 North America에서 가장 인기 있는 치즈로 빵에 발라 먹거나, 샐러드 드레싱으로 이용되고 있다⁽³⁾. 크림치즈의 소비는 유럽에서 크게 증가하고 있으며, 우리나라에서도 최근 크림치즈의 소비가 증가하고 있는 추세이다. 이러한 크림치즈 내에는 98mg/100g의 콜레스테롤이 함유되어 있으나 크림치즈의 콜레스테롤 저하에 관한 연구가 이뤄지지 않았으므로, 본 연구는 가교화 β -CD 처리한 크림치즈를 제조하여 크림치즈 내 cholesterol 함량을 낮추고, powder β -CD와 가교화 β -CD 처리한 크림치즈의 화학적, 관능적 특성을 비교하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

실험에 사용된 크림과 크림치즈는 (주)빙그레에서 원유를 공급받아 크림분리기(Elecrem, Vanves, France)를 이용해 유지방 함량이 36%인 크림을 생산하고, 11%인 크림으로 표준화하여 크림치즈를 제조하였다. 가교화 β -CD는 가교제로 epichlorohydrin을 첨가하여 제조하였다. 크림치즈의 제조에 필요한 유지방 함량 36%의 크림을 콜레스테롤과 β -CD를 결합시키기

위한 가교화 β -CD 농도(5, 10, 15%), 교반온도(10, 20, 30 $^{\circ}$ C)와 교반시간(20, 30, 40min), 교반속도(600, 800, 1,000rpm)의 factor로 처리하여 1,500rpm(HMR 220IV, 한일공업사, 한국)에서 10min동안 원심분리를 하여, 가교화 β -CD에 의한 크림의 콜레스테롤 제거 최적 조건 확립하는 실험을 하였다. 크림치즈는 세 그룹으로 나누어 제조하였으며, control은 어떠한 처리도 하지 않았고, Trt. 1은 유지방 함량 36%의 크림에 powder β -CD 10%로 처리하였으며, Trt. 2는 유지방 함량 36%의 크림에 가교화 β -CD 10%로 처리하였다. 크림치즈 제조 후에 지방산 정량을 위해 Deeth 등의 방법을 사용하여 GC로 분석하였고, 유리아미노산 분석은 Lindroth와 Mopper의 OPA-percolum reaction 방법으로 전처리 한 후 HPLC를 사용하여 분석하였다. 크림치즈의 조직검사는 SUN Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., LTD., Tokyo, Japan)를 사용하여 hardness, cohesiveness, gumminess를 측정하였다. 관능검사는 크림치즈를 4 $^{\circ}$ C에서 각각 1, 2, 3, 4주간 저장하여 실시하였으며, 크림치즈의 texture, flavor, bitterness, overall등의 관능적 특성을 5점법으로 평가하였다.

결과 및 고찰

가교화 β -CD에 의한 크림의 콜레스테롤 제거 최적조건

가교화 β -CD를 크림에 10% 첨가하여 교반속도 800rpm, 교반온도 10 $^{\circ}$ C, 교반시간 10분으로 하여 콜레스테롤 제거율을 실험한 결과 평균 82.0%의 제거율을 보였다.

크림치즈의 단쇄지방산

Short-chain fatty acid(SCFA)는 크림치즈의 향미 성분에 중요한 성분 중의 하나이다. Table 1에서 보면 가교화 β -CD 처리한 Trt. 2의 총 SCFA는 저장기간 동안 0주일 때 77.5ppm에서 4주째 89.5ppm으로 증가하였다. Control과 Trt. 1은 숙성중 SCFA의 생성이 큰 것에 비해 Trt. 2는 SCFA의 생성 폭이 적었다. 본 실험에서 Trt. 2가 저장기간 동안 control과 Trt. 1에 비해 SCFA 증가가 적은 것으로 보아 가교화 β -CD 처리가 크림치즈의 저장기간을 연장시킬 수 있을 것으로 예측된다.

크림치즈의 아미노산

총 유리 아미노산은 Table 2에서와 같이 가교화 β -CD 처리한 Trt. 2가 저장 기간동안 0주에 3.66 μ mol에서 4주째는 5.01 μ mol로 생성이 증가되었으나, Trt. 1에서는 0주째 6.45 μ mol에서 4주째 16.23 μ mol로 Trt. 2의 아미노산 증가에 비해 크게 증가하였다. 또한 숙성기간이 지남에 따라 쓴맛을 내는 유리아미노산인 Asp, Tyr, Ile, Leu, Phe이 생성되는데, Trt. 2에서는 저장기간이 증가하여도 쓴맛을 내는 아미노산의 변화가 거의 없었으나 Trt. 1에서는 4주째 0주보다 두배 이상으로 증가되었다. 위 실험에서 총 아미노산과 쓴맛을 내는 아미노산이 control과 Trt. 1에서는 4주째 급격히 증가함을 보이지만 Trt. 2에서는 저장기간 동안 일정양만이 존재하는 것으로 보아 크림치즈에 가교화 β -CD 처리시 품질의 저하가 예방 되는 것으로 사료된다.

Table 1. Production of short-chain fatty acids treated with crosslinked β -CD in cream cheese in storage at 4°C for 4 weeks¹⁾

Treatment	Storage period (wk)	SCFA production (ppm)				
		C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	Total SCFA*
Cont	0	19.5 ^a	18.5 ^a	20.5 ^a	18.2 ^a	76.7 ^a
	1	22.7 ^b	20.9 ^a	23.1 ^b	22.9 ^b	89.6 ^b
	2	24.4 ^b	22.2 ^b	26.1 ^c	23.2 ^b	95.9 ^b
	3	25.7 ^{bc}	24.6 ^{bc}	28.2 ^c	23.5 ^b	102.0 ^{bc}
	4	27.1 ^c	26.5 ^c	28.1 ^c	23.1 ^b	104.8 ^c
Trt. 1 ²⁾	0	19.1 ^a	20.4 ^a	20.1 ^a	19.8 ^a	79.4 ^a
	1	21.8 ^a	24.9 ^b	24.9 ^b	20.9 ^a	92.5 ^b
	2	24.6 ^b	26.7 ^b	25.4 ^b	21.5 ^a	98.2 ^b
	3	25.1 ^b	27.3 ^c	26.1 ^c	25.1 ^b	103.6 ^{bc}
	4	27.8 ^c	29.3 ^c	28.1 ^c	27.2 ^c	112.4 ^c
Trt. 2 ³⁾	0	20.4 ^a	18.4 ^a	19.4 ^a	19.3 ^a	77.5 ^a
	1	21.8 ^a	19.6 ^a	20.9 ^a	20.1 ^a	82.4 ^a
	2	22.5 ^a	19.9 ^a	21.6 ^a	20.6 ^a	84.6 ^a
	3	23.5 ^b	20.1 ^a	22.7 ^a	21.5 ^a	87.8 ^a
	4	23.8 ^b	20.2 ^a	23.3 ^b	22.2 ^a	89.5 ^a

*Short-chain fatty acid.

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

²⁾ After cream separation, cream was treated with powdered β -CD 10% and blended with skim milk at 680psi

³⁾ After cream separation, cream was treated with crosslinked β -CD 10% and blended with skim milk at 680psi.

크림치즈의 조직검사

가교화 β -CD 처리에 의해 제조된 크림치즈의 물성을 측정하기 위해 hardness(견고성), cohesiveness(응집성), gumminess(점착성)를 측정하였다. Trt. 2의 견고성은 약간 감소하는 경향을 나타내었다. Trt. 1의 경우에서도 감소되었으나 Trt. 2에서보다 수치가 낮았다. 응집성의 경우 Trt. 2는 저장기간이 경과할수록 증가하였으며 control과 Trt. 1보다 높은 경향을 나타내었다. Trt. 2의 점착성은 저장기간 동안 거의 변화가 없었으며, Trt. 1에 비해 수치가 낮았으나 변화 경향은 유사했다. 본 실험에서는 가교화 β -CD 처리에 의한 크림치즈 응집성이 저장기간 동안 변함이 없고 그 수치가 높은 것으로 보아 저장기간을 길게 하였을 때도 처음의 조직과 거의 차이가 없을 것으로 예측된다.

크림치즈의 관능검사

크림치즈를 4°C에서 4주간 저장한 것을 5점법으로 평가하였다. 쓴 맛의 경우 Trt. 2는 저장기간 동안 거의 변화가 없는 반면 control과 Trt. 1은 저장기간 동안 쓴맛이 증가하여 4주째에는 쓴 맛이 강했다. 이 쓴 맛은 Table 2의 아미노산 분석과 같이 bitter amino acids에 기인하는 것으로 보이며, 이들 아미노산 역시 저장기간이 경과함에 따라 증

Table 2. Comparison of free amino acids production treated with crosslinked β -CD in cream cheese during storage at 4°C for 4 weeks¹⁾

Treat- ment	Storage period (wk)	Asp	Glu	Ser	Asn	Thr	Ala	Tyr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	Total amino acid	Bitter amino acid ⁴⁾
Cont. 1	0	0.09	0.38	0.85	0.31	0.59	0.71	0.84	0.27	0.05	0.15	0.50	0.12	0.65	5.51 ^a	1.70 ^a
	1	0.12	0.41	1.21	0.38	0.69	0.83	1.11	0.33	0.06	0.25	0.62	0.14	0.88	7.03 ^a	2.24 ^a
	2	0.11	0.59	1.13	0.38	0.79	0.94	1.01	0.35	0.05	0.23	0.67	0.17	0.99	7.41 ^a	2.19 ^a
	3	0.10	0.50	1.06	0.38	0.73	0.93	0.98	0.33	0.06	0.24	0.76	0.13	0.72	6.92 ^a	2.21 ^a
	4	0.64	0.80	1.65	0.50	1.22	1.30	1.44	0.52	0.07	0.28	1.13	0.23	2.96	12.74 ^b	3.72 ^b
Trt. 1 ²⁾	0	0.13	0.50	1.05	0.40	0.50	0.80	0.89	0.01	0.08	0.17	0.67	0.14	1.11	6.45 ^a	2.00 ^a
	1	0.06	0.40	1.02	0.38	0.17	0.91	0.95	0.29	0.05	0.19	0.59	0.13	0.93	6.07 ^a	1.92 ^a
	2	0.05	0.40	1.20	0.40	0.71	0.95	1.00	0.88	0.06	0.20	0.61	0.14	1.00	7.60 ^a	2.00 ^a
	3	0.09	0.53	1.28	0.45	0.85	1.12	1.20	0.35	0.07	0.20	0.75	0.03	1.50	8.42 ^a	2.27 ^a
	4	0.39	1.34	1.47	0.92	2.61	2.11	1.12	1.02	0.13	0.76	2.11	0.40	1.85	16.23 ^b	4.78 ^{ab}
Trt. 2 ³⁾	0	0.10	0.11	0.66	0.30	0.30	0.60	0.61	0.07	0.02	0.10	0.35	0.14	0.30	3.66 ^a	1.30 ^a
	1	0.10	0.12	0.67	0.34	0.33	0.59	0.64	0.05	0.02	0.12	0.35	0.14	0.31	3.78 ^a	1.35 ^a
	2	0.10	0.12	0.55	0.38	0.44	0.62	0.70	0.08	0.02	0.13	0.35	0.14	0.31	3.94 ^a	1.42 ^a
	3	0.30	0.13	0.71	0.34	0.62	0.87	0.66	0.1	0.03	0.15	0.36	0.10	0.35	4.72 ^a	1.57 ^a
	4	0.50	0.11	1.32	0.34	0.50	0.47	0.57	0.08	0.04	0.08	0.30	0.28	0.42	5.01 ^a	1.73 ^a

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

²⁾ After cream separation, cream was treated with powder β -CD 10%.

³⁾ After cream separation, cream was treated with crosslinked β -CD 10%.

⁴⁾ Bitter amino acid : Asp, Tyr, Ile, Leu, Phe.

가하는 것으로 볼 때 관능검사에서의 쓴맛과 상관관계가 있는 것으로 관찰되었다. 본 실험에서 가교화 β -CD처리 크림치즈는 저장 기간 동안 쓴맛이 거의 변화 없고, 전체적인 기호도 역시 저장기간이 지나도 유사한 것으로 보아 control과 Trt. 1에 비해 저장기간을 연장할 수 있고 크림치즈 고유의 맛을 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 가교화 β -CD로 크림치즈의 콜레스테롤을 효과적으로 제거하는 실험을 수행 하였으며, 크림치즈의 이화학적 변화와 관능적 특성을 살펴보았다. 크림치즈를 만들기 위한 유지방 함량 36%의 크림을 가교화 β -CD로 처리 시 콜레스테롤 제거 최적 조건은 가교화 β -CD 10%를 첨가해 교반온도 20°C, 교반시간 30분, 교반속도 800rpm으로 실험한 결과 콜레스테롤 제거율이 평균 82.0%로 나타났다. 가교화 β -CD처리 크림치즈는 short-chain fatty acid의 경우 저장 기간이 지남에 따라 control과 powder β -CD 처리한 크림치즈에 비

해 저급 지방산 생성에 변화가 거의 없고, 쓴맛을 내는 아미노산의 경우 저장 기간 동안 control과 powder β -CD처리 크림치즈에 비해 생산량이 현저하게 적었다. 또한 가교화 β -CD처리 크림치즈의 조직검사서 다른 항목에서보다 저장 기간 동안 응집성이 변함이 없으며 그 수치가 높게 평가되었다. 관능검사 결과, 가교화 β -CD처리 크림치즈는 저장 기간 동안 쓴맛의 증가가 거의 없었고 전체적인 기호도 또한 높았다. 위 실험 결과에 따르면, 가교화 β -CD 사용결과 cholesterol 제거율이 높으며, 제품에 적용시 재활용이 가능하고 품질이 향상되므로 이를 유가공 산업에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Oakenfull, D. G. et al. (1991) International Patent WO 91/16824. Nov. 14.
2. Wurzburg, O. B. (1986) *Modified starches*. 6 : 41-53
3. C. Sanchez, J. et al. (1996) *Food Research International*, Vol. 28, No. 6, p. 547-552.