

## 기능성 체다치즈의 숙성 촉진을 위한 최적조건 확립

선기환\* · 김혜영 · 배현영 · 안정좌 · 곽해수

세종대학교 식품공학과

### 서 론

수분 함량이 낮은 체다 치즈는 특유의 향미와 조직을 위해 6~12개월 동안 비교적 긴 숙성기간을 필요로 한다. 이러한 숙성은 많은 관리 및 시설 비용이 들어가기 때문에 숙성기간의 단축은 치즈 생산 비용 중 상당 부분을 절약할 수 있다. 따라서 숙성을 촉진시키고자 많은 연구가 수행되었다. 이들 숙성 촉진 방법을 살펴보면, 숙성 온도를 높이는 승온숙성법은 공정이 간단하나 다른 미생물들에 의한 변패 가능성이 있고 이취의 발생이 문제이다. 효소 첨가법은 선택적인 발효를 시킬 수 있지만 사용할 수 있는 효소가 제한되어 있고 원가가 높다. Starter 변환법에 의한 숙성촉진은 효과가 높지만 방법이 복잡하고 비경제적인 단점이 발생한다. 최근 본 연구실에서는  $\beta$ -cyclodextrin( $\beta$ -CD)을 이용하여 콜레스테롤을 제거한 체다 치즈를 2개월 숙성시킨 것이 일반적인 체다 치즈의 6~7개월 숙성시킨 것과 동일한 효과가 있음이 관찰되었다. 그렇지만 이러한 체다 치즈는 쓴맛이 강하고 조직이 약하여 부스러지는 등의 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 체다 치즈의 제조 과정 중 물성과 관능에 영향을 주는 가염의 농도와 숙성에 관계되는 미생물의 성장에 영향을 주는 수분함량을 조절하기 위해 crud의 가온온도와 가온시간 변화가 효과적이다<sup>1,2)</sup>. 그래서  $\beta$ -CD를 사용한 기능성 체다 치즈의 단점을 개선하고 가교화  $\beta$ -CD를 이용함으로써 재활용률을 높인다면 산업화에서도 비용을 절약할 수 있는 장점을 가질 수 있다. 따라서 본 연구는  $\beta$ -CD를 이용한 콜레스테롤 저하 기능성 체다치즈의 숙성 촉진을 위한 최적조건을 확립하는데 그 목적을 두었다.

### 재료 및 방법

본 실험에서 가교화  $\beta$ -CD를 첨가하여 약 91%의 콜레스테롤을 제거한 원유로 제조한 체다 치즈의 숙성 촉진에 대한 최적조건을 위해 가온온도, 가온시간, 가염의 농도를 주요 factor로 하여 curd의 수분함량을 다르게 하는 방법을 사용하였다. 체다 치즈의 제조조건에서 가온온도는 36, 38, 40, 42°C로, 가온시간은 30, 60분으로, 그리고 가염의 농도는 1, 1.5, 2.5, 3%로 각각의 체다 치즈를 실험군으로 제조하였다. 그리고 기능성 체다 치즈의 숙성이 촉진된 정도를 관찰하기 위해 대조군으로써  $\beta$ -CD를 처리하지 않은 체다 치즈를 가온온도 38°C, 가온시간 30분, 가염농도 2%로 제조하였다. 위의 치즈들을 7°C에서 9주까지 숙성시키면서 2주 간격으로 시료를 채취해 GC를 이용한 단쇄 유리지방산(short-chain fatty acid) 분석, 관능 검사, rheometer를 이용한 물성 검사 등을 실험하였고, 실험 결과 데이터들을 SAS를 통한 통계처리를 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 가염의 양

가염의 양을 달리하여 제조한 체다 치즈를 7점법으로 관능평가한 결과 농도가 높아질수록 쓴맛이 감소하는 경향을 보였다. 특히 3%의 가염을 한 경우 9주차에서 쓴맛이 3.71으로 가장 약함을 확인하였고, 5주차의 경우 예외적으로 2%의 가염 농도에서 쓴맛이 3.14로 가장 낮음을 확인하였다(Table 1). Hardness의 경우 가염의 양이 높을수록 증가함을 확인하였다. 이것은 crud 내 수분함량이 가염에 의한 삼투압의 영향으로 숙성됨에 따라 낮아져 조직이 단단해졌음을 나타낸다(Table 2).

Table 1. Effect of the concentration of salt on bitterness during accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese at 7°C for 9 weeks<sup>1</sup>

Ripening period (wk)	Concentration of salt (%)					
	Control <sup>2</sup>	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1	1.57 <sup>cd</sup>	1.71 <sup>bcd</sup>	2.85 <sup>a</sup>	2.57 <sup>ab</sup>	2.85 <sup>a</sup>	2.42 <sup>abc</sup>
3	1.86 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.14 <sup>ab</sup>	2.71 <sup>ab</sup>	2.42 <sup>ab</sup>	1.85 <sup>b</sup>
5	2.28 <sup>ab</sup>	4.28 <sup>a</sup>	3.57 <sup>ab</sup>	3.14 <sup>ab</sup>	3.42 <sup>ab</sup>	3.28 <sup>ab</sup>
7	2.85 <sup>ab</sup>	4.85 <sup>ab</sup>	4.42 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	3.71 <sup>b</sup>	3.71 <sup>b</sup>
9	2.85 <sup>d</sup>	6.00 <sup>a</sup>	4.71 <sup>abc</sup>	4.71 <sup>abc</sup>	5.42 <sup>ab</sup>	3.71 <sup>cd</sup>

<sup>1</sup> Means within row by the same letter are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Control: cooking temp. 38°C, cooking time 30min, added salt 2%.

Table 2. Effect of the concentration of salt on hardness during accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese at 7°C for 9 weeks<sup>1</sup>

Ripening period (wk)	Concentration of salt (%)					
	Control <sup>2</sup>	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1	145.8 <sup>ab</sup>	101.4 <sup>ab</sup>	128.9 <sup>ab</sup>	123.8 <sup>ab</sup>	122.2 <sup>ab</sup>	155.9 <sup>a</sup>
3	237.5 <sup>a</sup>	110.1 <sup>bc</sup>	122.5 <sup>bc</sup>	155.8 <sup>abc</sup>	189.1 <sup>ab</sup>	194.8 <sup>ab</sup>
5	434.3 <sup>a</sup>	158.6 <sup>b</sup>	172.6 <sup>b</sup>	179.2 <sup>b</sup>	219.9 <sup>b</sup>	216.9 <sup>b</sup>
7	537.9 <sup>a</sup>	212.1 <sup>cd</sup>	186.7 <sup>d</sup>	247.2 <sup>bcd</sup>	286.2 <sup>bc</sup>	314.4 <sup>b</sup>
9	569.3 <sup>a</sup>	301.5 <sup>bcd</sup>	291.9 <sup>cde</sup>	325.1 <sup>bcd</sup>	360.9 <sup>bc</sup>	433.3 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Means within row by the same letter are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Control: cooking temp. 38°C, cooking time 30min, added salt 2%.

단쇄유리지방산(C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>10</sub>)들은 치즈 향미 형성의 중요한 성분 중에 하나로 숙성이 진행됨에 따라 증가하고 각각의 성분비에 따라 Cheddar, sweety, buttery, cream 등의 향을 나타낸다<sup>3)</sup>. 본 실험에서는 단쇄유리지방산이 가염의 농도가 증가할수록 숙성되는 동안 감소하였는데, 이는 가염의 농도가 short-chain fatty acids의 증가량을 억제함을 나타낸다(Table 3).

## 2. 가온 온도

가온온도를 달리한 경우 온도가 높아질수록 hardness는 낮아지는 경향을 확인하였다. 특히

**Table 3. Effect of the concentration of salt on short-chain fatty acids during accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese at 7°C for 9 weeks**

Concentration of salt (%)	Ripening period (wk)	Short-chain fatty acids (ppm)				
		C <sub>4</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	Total
Control <sup>1</sup>	1	2.02	1.84	2.05	2.17	8.08
	5	3.74	3.73	6.02	7.71	21.2
	9	5.21	7.73	8.95	11.04	32.93
1.0	1	2.09	2.74	2.83	3.17	10.83
	5	10.45	8.21	11.64	19.24	49.54
	9	15.37	20.65	24.13	32.51	92.66
1.5	1	2.11	2.35	2.62	3.06	10.14
	5	6.05	8.54	9.05	10.83	34.47
	9	14.73	18.78	22.21	28.25	83.97
2.0	1	1.62	2.49	3.06	3.44	10.61
	5	5.54	6.43	8.4	9.23	29.6
	9	12.4	12.45	17.56	23.46	53.47
2.5	1	1.34	3.13	2.09	4.16	10.72
	5	6.74	7.13	10.15	7.73	31.75
	9	11.57	13.87	12.87	19.83	58.14
3.0	1	1.41	3.85	3.33	4.03	12.62
	5	5.32	5.95	6.57	7.42	25.26
	9	10.83	14.74	18.57	22.54	66.68

<sup>1</sup> Control: cooking temp. 38°C, cooking time 30min, added salt 2%.

**Table 4. Effect of the cooking temperature on hardness during accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese at 7°C for 9 weeks**

Ripening period (wk)	Cooking temperature (°C)				
	Control <sup>2</sup>	36	38	40	42
1	145.8 <sup>ab</sup>	109.3 <sup>ab</sup>	123.8 <sup>ab</sup>	126.1 <sup>ab</sup>	90.7 <sup>b</sup>
3	237.5 <sup>a</sup>	103.8 <sup>bc</sup>	155.8 <sup>abc</sup>	108.2 <sup>bc</sup>	81.7 <sup>c</sup>
5	434.3 <sup>a</sup>	208.6 <sup>b</sup>	179.2 <sup>b</sup>	164.8 <sup>b</sup>	162.7 <sup>b</sup>
7	537.9 <sup>a</sup>	255.4 <sup>bcd</sup>	247.2 <sup>bcd</sup>	216.8 <sup>cd</sup>	167.3 <sup>cd</sup>
9	569.3 <sup>a</sup>	247.5 <sup>cde</sup>	325.1 <sup>bcd</sup>	279.4 <sup>cde</sup>	170.3 <sup>e</sup>

<sup>1</sup> Means within row by the same letter are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup> Control: cooking temp. 38°C, cooking time 30min, added salt 2%.

**Table 5. Effect of the cooking time on short-chain fatty acids during accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese at 7°C for 9 weeks**

Cooking time (min)	Ripening period(wk)	Short-chain fatty acid				
		C <sub>4</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	Total
Control <sup>1</sup>	1	2.02	1.84	2.05	2.17	8.08
	5	3.74	3.73	6.02	7.71	21.2
	9	5.21	7.73	8.95	11.04	32.93
30	1	1.62	2.49	3.06	3.44	10.61
	5	5.54	6.43	8.4	9.23	29.6
	9	12.43	12.45	17.56	23.46	65.9
60	1	2.73	1.24	2.74	2.6	7.31
	5	4.36	5.88	8.22	8.47	26.93
	9	10.12	12.4	16.46	18.46	57.44

<sup>1</sup> Control: cooking temp. 38°C, cooking time 30min, added salt 2%.

42°C에서 hardness가 급격히 낮아지는 것을 확인하였다. 이러한 hardness의 감소는 응집성을 증가시켜 조직의 부서러짐을 감소시킨다. 하지만 short-chain fatty acids의 경우 가온온도에

따라 유의적인 차이를 보이지 않았다.

### 3. 가운 시간

Cooking시간의 변화에 따른 체다 치즈의 관능검사는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, hardness의 경우 시간이 길어질수록 낮은 수치를 보였다. 이는 오랜 시간 curd를 가온함으로써 curd내 수분함량이 그만큼 줄어들어 조직이 단단해졌음을 나타낸다. Short-chain fatty acids 또한 가온시간이 60분 일때 생성이 줄어든 것을 확인하였다.

## 요 약

본 연구는  $\beta$ -CD을 이용한 체다 치즈의 숙성의 촉진을 위한 최적조건을 확립하기 위하여 가염의 양, 가온온도, 가온시간을 변화요인으로 연구하였다. 가염의 농도는 증가할수록 쓴맛이 낮아지는 경향을 확인하였고 hardness는 단단해지는 경향을 확인하였다. Curd의 가온시 온도가 높을수록 hardness가 가장 긍정적인 경향을 나타냈다. 가온시간은 길어질수록 short-chain free fatty acids의 양이 가장 적게 나타났다. 따라서 가염을 3%까지 증가시키고 Curd의 가온온도를 42°C까지 높이면서 가온시간을 60분 까지 증가시킨다면  $\beta$ -CD을 첨가한 체다 치즈의 부스러지는 조직과 강한 쓴맛을 약화시키는 효과를 가져오면서 숙성을 촉진시킬 수 있다고 사료된다.

## 참고문헌

1. Kaya, S. (2002) *Turkey J. Food Engineering*. 52 : 155-159.
2. Wang, Hai-Hong *et al.* (2002) *J. Food Engineering*. 51 : 305-310.
3. Kelly, A. House, *et al.* (2001) *Food Quality and Preference*. 13 : 481-488.