

Cholesterol Free Mozzarella Cheese 제조에 관한 연구

전정기 · 김병용[†]
경희대학교 식품공학과

Studies on Cholesterol Free Mozzarella Cheese Manufacture

Jeong-Ki Jeon and Byung-Yong Kim[†]

Dept. of Food Engineering, KyungHee University, Yongin 449-701, Korea

Abstract

This research was aimed to manufacture the cholesterol free Mozzarella cheese with corn oil that contains high unsaturated fatty acid helping the reduction of serum cholesterol. Cheese stored at 10°C was evaluated with general analysis, volatile free fatty acid, cholesterol, meltability, stretchability, color, rheological properties, and sensory evaluation. Moisture contents decreased during cheese storage period, whereas protein contents and pH value increased significantly ($p < 0.05$), but fat contents did not show any significant change. Linoleic acid was the main volatile free fatty acid in a fat of cheese, and cholesterol contents were measured 4.34 ± 0.04 mg/100 g in cheese. The meltability of cheese gradually increased during ripening, while the stretchability decreased. The color of cheese showed translucent yellow. Hardness, springness, and cohesiveness increased significantly up to 21 days of storage. Compared to control cheese made by conventional way, QDA scores of shiny, oiling off, and melting of cholesterol free cheese were significantly different. These results suggested that health-oriented cholesterol free Mozzarella cheese would be made by addition of the corn oil.

Key words: cholesterol free, Mozzarella cheese, unsaturated fatty acid, corn oil

서 론

비숙성 치즈인 Mozzarella cheese는 피자파이에 토핑하기 위해 사용되는데, whole milk로 제조시 52~58%의 수분 함량과 part skim milk로 제조시 52~60%의 수분 함량이 요구되며, 이보다 수분 함량이 약간 낮은 치즈를 일반적으로 low moisture Mozzarella cheese, 일명 Pizza cheese라고 한다(1). 지난 10년 동안 치즈 소비량은 국내의 경우 국민 식생활 수준의 향상 등으로 약 7배 정도 급증하였고, 미국에서도 Pizza cheese 생산은 지속적으로 증가하는 추세이다(2). 그러나 단백질과 칼슘이 풍부한 치즈는 다른 유가공품에 비해 콜레스테롤을 많이 함유하고 있어 건강에 대한 문제를 안고 있다. 이러한 동물성 식품의 콜레스테롤과 포화지방산의 과다섭취는 혈 중 콜레스테롤 농도증가와 동맥경화증을 유발하는 중요한 요인으로 인식되고 있다(3). 따라서 치즈를 좋은 칼슘의 공급이라고 무조건 많이 섭취하는 것보다 동물성 식품 등 지방이 많은 식품을 제한하고 적량의 식물유를 선택하는 것이 바람직하다(4).

과거에는 치즈의 용해 특성(5), 치즈의 기능적 특성에 미치는 영향요소(6) 등 주로 Mozzarella cheese의 주요 특성인 용융성(meltability)과 스트레칭성(stretchability)에 대한 보

고 많았었다. 그러나 최근에는 건강지향적 식품에 대한 소비욕구 증가로 저지방치즈의 수율과 제조특성(7), 저지방 치즈의 응고특성 연구(8), 지방이 감소된 Mozzarella cheese의 제조방법(9), 라이트치즈의 제조특성(10), 콜레스테롤을 일부 제거한 치즈의 개발(11) 등 치즈의 지방과 콜레스테롤에 대한 연구가 보고되는 추세이다.

따라서 본 연구에서는 심장질환 등을 유발하는 포화지방산과 콜레스테롤을 함유한 치즈 원료유의 동물성지방을 제조·가공과정을 통하여 제거하고 식물성지방인 옥배유로 원료유 지방을 표준화하여 cholesterol free Mozzarella cheese를 제조한 후 그 특성에 대한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

치즈 제조용 원료유는 동물성 지방 3.0%로 표준화하여 대조구로, 탈지유에 옥배유(신동방, Korea)를 식물성 지방 3.0% 및 4.0%로 표준화하여 실험구로 사용하였다. 유산균은 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*의 CH-1(Chr. Hansen A/S, Denmark)을 환원탈지유(유고형분 12%)에 계대배양하여 활력을 증가

[†]Corresponding author. E-mail: bykim@khu.ac.kr
Phone: 82-31-201-2627, Fax: 82-31-202-0540

시킨 후 사용하였다. Rennet은 NATUREN 290(Chr. Hansen Pty Ltd, Australia) 9 L를 증류수 44 L에 희석하여 사용하였다.

Cholesterol free Mozzarella cheese 제조공정

Kosikowski(12) 방법에 따라 원료유를 살균(75°C/16초), 냉각(33°C)한 후 유산균 1.47%(w/w)와 rennet 0.01%(w/w)를 첨가하여 응고시켰다. 응고된 curd를 cutting, cooking(43°C), whey drain, stretching, salting하여 블록형(12×7×6 cm)으로 제조하여 2일간 건조실(온도 10±2°C, 상대습도 90±2%)에 보관한 후 polyethylene film으로 진공 포장하여 항온항습기(6±2°C)에 보관하였다. 단, cholesterol free Mozzarella cheese 제조용 원료유는 탈지유를 60°C로 예열한 후 식물성 유지인 옥배유를 서서히 첨가하면서 수직형 고속교반기(Precision, 우주과학공사, Korea)로 1단계에서 10분, 2단계에서 20분 동안 혼합하였다.

일반성분 및 pH

치즈 제조용 원료유는 AOAC(13) 방법으로 측정하였고, 최종 시료인 치즈는 AOAC(13)와 Kosikowski(12) 방법으로 분석하였으며, pH는 시료를 상온에서 1시간 방치 후 pH meter(Φ34, Beckman Coulter Inc., Denmark)로 측정하였다.

취발성 유리지방산

AOAC(13) 방법에 따라 치즈 시료 70 mg을 100 mL 환제 flask에 취한 다음, 환류냉각기를 설치하고 0.5 N-NaOH/MeOH 8 mL를 가해 80°C에서 10분간 추출 후 14%(v/v) BF₃ 9 mL를 정용하고 2분간 n-heptane 9 mL를 가하여 1분이상 가열하였다. 방냉하여 염화나트륨 포화용액을 시료의 5배이상 가하고 상층부에서 2 mL를 취한 후 소량의 무수황산나트륨으로 탈수시켜 GC(5890A, Hewlett-Packard Co., USA)로 분석했다.

콜레스테롤

AOAC(13) 방법에 따라 치즈 시료(3~5 g)를 마쇄한 후 2 N 수산화칼륨 에탄올 용액 30 mL를 첨가하였다. 그 다음, 환류냉각기를 붙여 85°C에서 1시간 비누화한 후 냉각하여 물 20 mL를 분액여두에 옮기고 에테르 30 mL씩 3회 추출하였다. 에테르 추출액을 모두 합하여 물 20 mL씩으로 세척하여 페놀프탈레인 지시약으로 홍색이 나타나지 않을 때까지 세척을 반복하였다. 에테르층을 무수황산나트륨으로 탈수한

후 여과하여 감압농축 후 잔류물을 hexane 3 mL에 녹여 GC(6890, Hewlett-Packard Co., USA)로 분석하였다.

용융성 및 스트레칭성

용융성은 Park과 Rosenau(5) 방법을 응용하여 원형 치즈 시료(dia. 40.3 mm, depth 4.8 mm)를 petri dish에 올려놓고 232°C에서 4분 30초 동안 conveyer oven(Impinger 1310, Lincoln Foodservice Products Inc., USA)에서 가열할 때 용해된 시료의 직경에 대한 증가로서 측정하였다. 스트레칭성은 Guinee와 O'Callaghan(14) 방법을 응용하여 자른 치즈(3 g)를 232°C에서 2분 10초 동안 conveyer oven에서 가열한 후 cheese knife로 수직으로 단축연장(uniaxial extension)시켜 측정하였다.

색도

치즈 시료 규격을 38×18×23 mm(width×length×height)로 일정하게 제조하여 측정 전 실온에서 1시간 방치 후 Colorimeter(JC 801, Color Techno System Co., Japan)로 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness)값을 시료별로 100회씩 측정하였다. 이때 사용한 standard 백색판의 X, Y, Z 값은 각각 93.82, 95.67 및 113.78이었다.

물성학적 특성

Harvey 등(15)의 방법을 응용하여 원통형 치즈 시료(dia. 20 mm, depth 20 mm)를 만들어서 실온에서 1시간 방치 후 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 TPA(Texture Profile Analysis)를 10회 반복 측정하였다. Full scale force는 10 kgf, crosshead speed는 150 mm/min, chart speed는 300 mm/min, 변형률은 40%로 설정하였다.

관능검사

소수의 고도로 훈련된 패널요원에 의한 정량적 묘사분석(16)을 사용하였는데, 치즈 시료를 cluster 위에서 용융시켜(234°C, 4분 30초) 외관, 풍미, 조직감을 관능항목으로 설정하여 측정하였다.

결과 및 고찰

Cholesterol Free Mozzarella Cheese의 제조 특성 치즈 제조용 원료유는 실험구의 현미경 관찰 결과(Fig. 1),

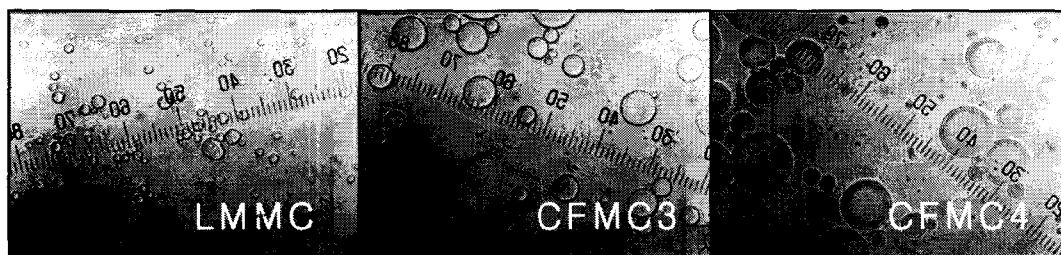


Fig. 1. Microstructure of standardized raw milk for Mozzarella cheese making.

Table 1. Description of experimental sample

Name	Description	Fat type of STM ¹⁾
LMMC	Low moisture Mozzarella cheese	Only animal fat 3.0%
CFMC3	Cholesterol free Mozzarella cheese	Only vegetable fat 3.0%
CFMC4	Cholesterol free Mozzarella cheese	Only vegetable fat 4.0%

¹⁾Standardized raw milk.

Table 2. Time schedule for low moisture Mozzarella cheese and cholesterol free Mozzarella cheese making

Stage of cheese making	Approximate time (hour : minute)		
	LMMC	CFMC3	CFMC4
Starter ~ Renneting	01 : 10	01 : 20	01 : 20
Renneting ~ Cutting curd	00 : 10	00 : 10	00 : 15
Cutting curd ~ Cooking curd	01 : 05	01 : 00	01 : 05
Cooking curd ~ Whey draining	00 : 30	00 : 30	00 : 33
Whey draining ~ Water washing	00 : 35	00 : 40	00 : 41
Water washing ~ Swelling	00 : 15	00 : 15	00 : 15
Swelling ~ Stretching	00 : 30	00 : 35	00 : 37
Stretching ~ Moulding	00 : 10	00 : 10	00 : 10
Moulding ~ Salting	00 : 30	00 : 30	00 : 30
Salting ~ Drying	00 : 48	00 : 48	00 : 48
Drying ~ Packaging	00 : 10	00 : 10	00 : 10
Total manufacturing time	05 : 53	06 : 08	06 : 24

지방구 크기는 대조구보다 컸으나 원료유의 자연 유화기능으로 상온 1시간 내에 층 분리가 발생하지 않아 비교적 안정한 혼합물이 형성되었다. 치즈 제조시에는 starter 첨가부터 stretching 직전까지의 소요시간은 LMMC(Table 1)가 3시간 45분, CFMC3가 3시간 55분, CFMC4가 4시간 9분이었다(Table 2). Commercial cheese 공장에서는 4시간 30분~5시간 정도 소요되는데, 이는 처리하는 원유량의 차이 때문인 것으로 판단된다. Rennet에 의한 curd 형성시간은 LMMC가 1시간 20분, CFMC3는 1시간 30분, CFMC4는 1시간 35분 소요되었다. Curd 형성 후 응고물을 절단한 결과, 대조구의 절단면은 깨끗하고 탄력성이 있었으며 전형적인 맑은 whey 색상을 나타냈으나 실험구는 탄력성이 낮았으며 whey에 curd fineness가 존재하고 색상도 혼탁하였다. 따라서 일반적인 저지방 치즈와 비슷한 특성인 Keum 등(7)의 보고와는 유사했으나 Keum 등(8)의 보고처럼 저지방유의 지방 함량이 낮을수록 응고막 형성에 필요한 시간이 많이 증가되는 현상은 없어 작업성이 저지방 치즈보다는 우수하였다. 나머지 제조특성은 대조구와 큰 차이가 없었다.

일반성분 및 pH

치즈 제조용 원료유의 일반성분 및 pH는 Table 3와 같다. 대조구와 실험구간의 일반성분 및 pH는 큰 차이가 없었고, 체세포수(cell/mL)는 LMMC가 168,000, CFMC3가 310,667, CFMC4가 200,332로 차이가 있었다. 그러나 체세포수 증가가 유단백질 변화에 큰 영향을 미치지 않는다는 Kitchen(17)의 보고와 같이 본 연구에서도 체세포수 증감 폭이 상대적으로 작아 치즈 제조용 원료유로 적당하였다.

Mozzarella cheese는 비숙성 치즈이나 열처리 공정인 stretching에서 일부 불활성되지 않은 starter와 rennet으로

Table 3. Analysis of standardized raw milk for Mozzarella cheese making

Composition	Content		
	LMMC	CFMC3	CFMC4
Moisture (%)	88.57	88.20	87.90
Fat (%)	3.00	3.00	4.00
Protein (%)	3.23	3.10	3.05
Lactose (%)	4.82	4.70	4.61
Solid not fat (%)	8.64	9.01	9.04
pH	6.80	6.90	6.80
Titrateable acidity (%)	0.14	0.13	0.13
SPC ¹⁾ (CFU/mL)	68 × 10 ³	10 × 10 ³	95 × 10 ³
SCC ²⁾ (cell/mL)	168 × 10 ³	310 × 10 ³	200 × 10 ³

¹⁾Standard plate count.

²⁾Somatic cell count.

인해 제조 3~4주까지 다소의 숙성과정을 거치며 적지않은 품질 변화를 일으킨다. 이점을 감안하여 최종 시료인 치즈는 3주간 냉장보관하면서 일반성분을 측정하였다(Table 4). 수분 함량은 보관 경과에 따라 건조에 의해 감소하였고($p < 0.05$), 단백질 함량은 숙성기간 중 치즈의 단백질 분해가 유산균 등의 영향을 받아 다소 증가하였으나 지방 함량은 큰 변화가 없었다. 이는 치즈 보관 중에 발생하는 일반적인 현상으로 Gordin과 Lim(18)의 보고와 일치하였다. 모든 시료에서 pH는 소폭 상승했는데, 일반적으로 pH는 제조 후 60일까지 상승 후 저하되는 현상이 나타난다. pH의 상승은 유산균의 생육으로 casein이 peptide와 amino acid으로 분해된 후 amino acid는 더욱 분해되어 ammonia로 서서히 생성되어서 lactic acid를 중화시키기 때문에 발생된다.

휘발성 유리지방산

휘발성 유리지방산 조성에서 일반 치즈인 대조구는 콜레

Table 4. Change in chemical composition of low moisture Mozzarella cheese and cholesterol free Mozzarella cheese during storage

Period (Daily)	Sample	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	pH
0	LMMC	47.60±0.03 ^{1)c2)}	25.00±0.02 ^c	24.60±0.04 ^a	5.23±0.02 ^b
	CFMC3	49.00±0.04 ^a	34.50±0.03 ^b	12.00±0.01 ^b	5.23±0.01 ^b
	CFMC4	48.50±0.03 ^b	35.00±0.03 ^a	12.00±0.01 ^b	5.30±0.01 ^a
7	LMMC	46.90±0.04 ^c	25.80±0.03 ^c	24.80±0.02 ^a	5.38±0.04 ^a
	CFMC3	48.00±0.04 ^a	34.90±0.03 ^b	12.10±0.02 ^b	5.30±0.04 ^c
	CFMC4	47.43±0.04 ^b	35.77±0.02 ^a	12.00±0.04 ^c	5.35±0.02 ^b
14	LMMC	46.38±0.03 ^c	26.32±0.04 ^c	25.00±0.02 ^a	5.54±0.02 ^a
	CFMC3	47.80±0.03 ^a	35.00±0.01 ^b	12.00±0.01 ^c	5.34±0.01 ^c
	CFMC4	46.90±0.04 ^b	36.10±0.04 ^a	12.10±0.02 ^b	5.44±0.02 ^b
21	LMMC	46.07±0.04 ^c	26.63±0.03 ^c	25.00±0.02 ^a	5.64±0.04 ^a
	CFMC3	47.30±0.04 ^a	35.30±0.03 ^b	12.00±0.02 ^b	5.39±0.04 ^c
	CFMC4	46.10±0.02 ^b	36.50±0.04 ^a	12.00±0.02 ^b	5.57±0.02 ^b

¹⁾Data are mean±standard deviation values (n=3).

²⁾Mean with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

스테롤 상승에 영향을 미치는 palmitic acid 조성이 가장 높았으나 실험구는 linoleic acid 조성이 가장 높게 나타났다 (Table 5). 특히 필수지방산인 linoleic acid는 실험구의 시료 모두에서 50%이상 함유되어있는 반면에 LMMC는 3.09%만 측정되어 대조구보다 영양학적으로 우수한 경향을 보여주었다. 콜레스테롤 농도를 가장 많이 상승시키는 myristic acid는 대조구에서만 10.54% 나타내었고, Mozzarella cheese의 장기 냉장보관시 불쾌한 cheese flavor를 유발하는 butyric acid도 대조구인 LMMC에서만 6.1% 검출되고 CFMC3와 CFMC4에서는 측정되지 않아 안정적인 치즈 풍미 형성에 기여했다. 순환계 질병을 야기할 수 있는 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율은 대조구가 7:3, 실험구가 2:8을 나타내었다. 건강학적 측면에서 식품의 포화지방산에 의한 혈 중 콜레스테롤 상승으로 불포화 또는 저포화 지방산을 권장하고 있어 본 연구 결과는 긍정적이었다.

콜레스테롤

콜레스테롤은 담즙산, steroid hormone 등의 전구물질로

Table 5. Volatile free fatty acid composition of low moisture Mozzarella cheese and cholesterol free Mozzarella cheese

Volatile free fatty acid	Composition (%)			
	LMMC	CFMC3	CFMC4	
Saturated fatty acid	Butyric acid (C _{4:0})	6.10	-	-
	Caproic acid (C _{6:0})	2.00	-	-
	Myristic acid (C _{14:0})	10.54	-	-
	Palmitic acid (C _{16:0})	33.41	13.52	13.59
	Stearic acid (C _{18:0})	15.47	2.34	5.90
	Subtotal	67.52	15.86	19.49
Unsaturated fatty acid	Oleic acid (C _{18:1})	28.96	30.69	28.98
	Linoleic acid (C _{18:2})	3.09	53.23	50.90
	Linolenic acid (C _{18:3})	0.43	0.22	0.63
	Subtotal	32.48	84.14	80.51
Total	100.00	100.00	100.00	

필수적 생체성분이지만, 과다한 섭취는 혈중 콜레스테롤을 증가시켜 동맥경화증 등을 포함한 순환기 계통의 질병을 유발시킨다(3,19). 식품에서 「무콜레스테롤(cholesterol free)」 표기는 국립수의과학검역원 경우 100 g당 5 mg 미만 동일 때 가능하다고 규정하고 있다(20). 이러한 콜레스테롤은 대조구가 100 g당 43.58 mg인 반면 CFMC3와 CFMC4는 대조구의 약 10%인 4.34 mg만 분석되어 국립수의과학검역원의 「무콜레스테롤」 표시기준에 적합하였고, cholesterol free Mozzarella 치즈의 제조 가능성을 제시한 바람직한 결과가 나타났다(Table 6). 농촌진흥청(21)에 의하면 Cheddar cheese가 100 mg/100 g, process cheese가 80 mg/100 g으로 보고된 바 있으나 Mozzarella cheese의 콜레스테롤 함량은 아직 보고되지 않았다.

용융성 및 스트레칭성

Mozzarella cheese의 중요한 기능적 특성인 용융성 및 스트레칭성을 측정하여 Table 7에 나타내었다. 용융성은 시료 간 유의성(p<0.05)이 있었으며 초기보다 시간이 경과할수록 유의적(p<0.05)으로 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 초기 보관 중 융해된 Mozzarella cheese는 강인하고 적은 free oil을 가진 연속된 섬유상이라고 한 Kindstedt(6)의 연구와 일치하는 결과이다. 또한 Mozzarella cheese의 지방 함량은 기능적 용융특성에 영향을 주는데(22), 본 연구에서도 대조

Table 6. Cholesterol contents and color data of low moisture Mozzarella cheese and cholesterol free Mozzarella cheese

Sample	Cholesterol (mg/100 g)	Color		
		L*	a*	b*
LMMC	43.58±0.05 ¹⁾	82.36±2.68 ²⁾	-2.48±1.69	14.31±0.74
CFMC3	4.34±0.04	69.16±1.75	-5.74±0.64	14.73±0.43
CFMC4	4.34±0.04	56.60±1.55	-4.92±0.64	9.34±0.63

¹⁾Cholesterol data are mean±standard deviation values (n=3).

²⁾Color data are mean±standard deviation values (n=10).

Table 7. Meltability and stretchability of of low moisture Mozzarella cheese and cholesterol free Mozzarella cheese during storage

Period (Daily)	Sample	Meltability (score) ¹⁾	Stretchability (cm)
0	LMMC	7.0±0.05 ^{2)a3)}	27.2±0.2 ^c
	CFMC3	6.0±0.10 ^b	35.6±0.5 ^b
	CFMC4	6.0±0.05 ^b	38.1±0.2 ^a
7	LMMC	7.5±0.05 ^a	26.3±0.3 ^c
	CFMC3	6.5±0.07 ^b	34.1±0.1 ^b
	CFMC4	6.0±0.05 ^c	38.0±0.4 ^a
14	LMMC	7.8±0.08 ^a	24.1±0.5 ^c
	CFMC3	6.7±0.09 ^b	32.0±0.5 ^b
	CFMC4	6.1±0.10 ^c	36.0±0.7 ^a
21	LMMC	8.1±0.10 ^a	23.3±0.6 ^c
	CFMC3	6.7±0.04 ^c	28.0±0.2 ^b
	CFMC4	7.4±0.08 ^b	33.0±0.5 ^a

¹⁾Meltability score scale: 0 (week) to 10 (strong).

²⁾Data are mean±standard deviation values (n=3).

³⁾Mean with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

구보다 옥배유로 지방을 표준화한 원료유로 제조한 CFMC3와 CFMC4 모두가 melting size가 작았다. 스트레칭성은 기간경과에 따라 유의적(p<0.05)으로 약해지는 경향을 나타내었는데, 이는 보관 경과에 따라 stretch가 감소한다는 McMahon과 Brown(23)의 연구와 일치하였다. 그리고 스트레칭성과 용융성은 상반된 관계를 나타내는 일반적인 치즈 특성과도 일치하였다.

색도

시료간 L*(lightness)값은 82.36~56.60, a*(redness)값은 -2.48~-4.92, b*(yellowness)값은 9.34~14.73의 범위를 나타냈다(Table 6). 색상의 밝고 어둠을 나타내는 L*값은 전통적인 Mozzarella cheese 색상인 white color를 나타낸 대조구인 LMMC가 가장 높았다. 반면에 모든 실험구는 LMMC보다 색상이 밝지 않음을 보여주었다. 황색도를 나타내는 b*

값은 CFMC3가 가장 높았다. 이렇듯 cheese 제조용 원료유의 지방 종류가 cheese color에 영향을 많이 주었는데, 반투명체인 원료유로 제조된 LMMC에 비해 원료유 지방을 식물성지방으로 표준화하여 제조한 실험구가 특히 영향을 받았다.

물성학적 특성

모든 시료에서 물성학적 특성은 보관기간 동안 유의적(p<0.05)으로 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 2). Hardness는 모든 시료에서 증가하는 성향을 나타냈는데, 이는 보존기간이 길어짐에 따라 경도가 높아진다는 Micketts와 Olson(24)의 보고와 같이 보관기간 중 자연적인 수분 감소에 기인하는 것으로 사료된다. 또한 대조구가 동물성 지방의 자연유화기능에 의해 촘촘하고 안정된 구조를 형성했지만(Fig. 1), 실험구는 식물성 지방을 기계적인 힘으로 결합시켜 hardness에서 상호 간 차이를 보였다. Springness는 모든 시료에서 실험구가 대조구보다 높게 유의적(p<0.05)으로 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 지방이 어느 조직적 특성보다 springness를 결정하는 중요한 역할을 한다는 Olson과 Johnson(10)의 보고와 연관성이 있었다. Cohesiveness도 기간 경과에 따라 일반 치즈인 대조구보다 증가하는 성향을 나타내었다.

관능검사

Browning은 시료 중 LMMC가 가장 높은 점수를 받았으나 시료간 유의차는 크지는 않았으며, 이는 flowability도 같은 결과가 나타났다. Salty, stretching, cheese flavor는 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 정량적 묘사분석의 방사형그래프에서 잘 나타난다(Fig. 3). 반면에 shiny, oiling off, melting은 유의차가 컸는데(p<0.05), 이는 치즈 제조시 탈지유 등을 첨가하여 지방 함량을 낮추면 지방분리 현상을 다소 완화시킬 수 있으나(1) 과도한 지방제거는 melting을 약하게 한다는 보고(9)에서 원인을 찾을 수 있다. 즉 whey drain시 과도한 지방유출로 식감이 감소된 것으로 판단된다. 따라서 대조구와 관능적인 차이를 줄이기 위해서는 단백질분해 효소를 첨가하는 연구 등을 발전시킬 필요가 있다.

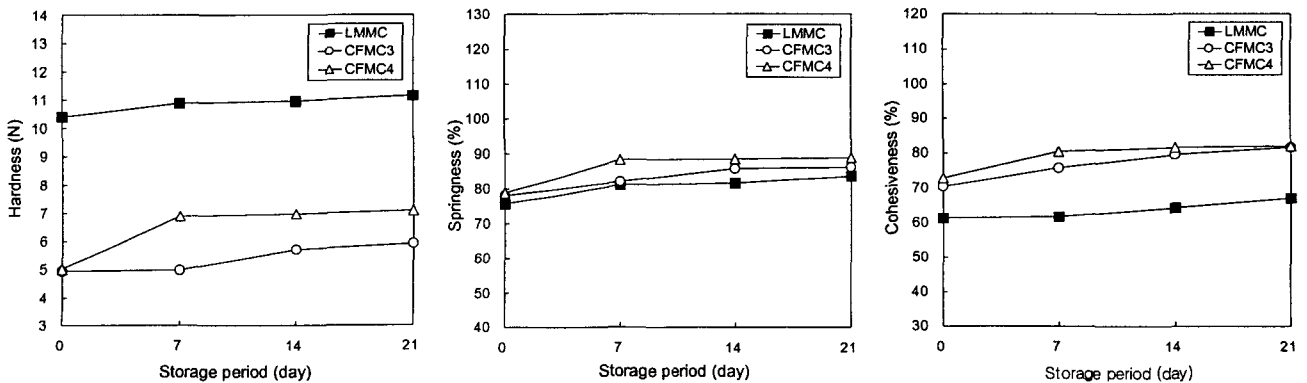


Fig. 2. Change in rheological properties of low moisture Mozzarella cheese and cholesterol free Mozzarella cheese during storage.

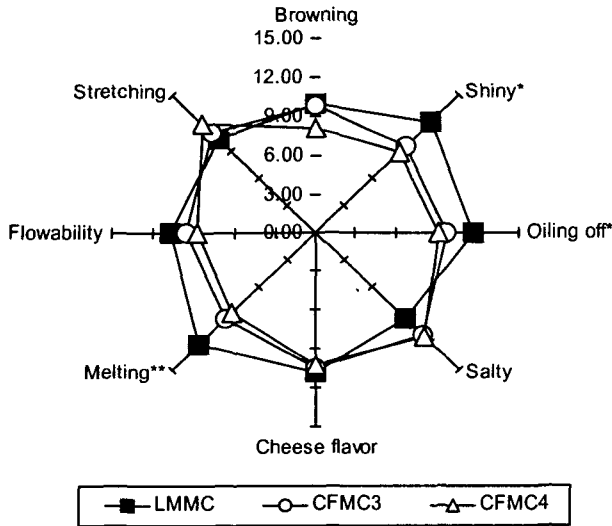


Fig. 3. QDA profiles for sensory characteristics of cheese. Rating scale: 0 (weak) to 15 (strong). *p<0.05, **p<0.01.

요 약

혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키는 건강지향적인 불포화 지방산을 다량 함유한 옥배유로 원료유 지방을 표준화하여 cholesterol free Mozzarella cheese 제조 후 특성을 살펴보았다. 치즈 제조용 원료유는 안정성이 있었고, 최종 시료인 치즈에서 휘발성 유리지방산은 콜레스테롤 상승에 영향을 미치는 palmitic acid가 일반 치즈인 대조구에서 가장 높게 측정된 반면에 실험구인 옥배유를 첨가하여 만든 치즈는 동맥경화 및 성인병 등의 예방, 치료에 도움을 주는 linoleic acid 조성이 가장 높게 나타나 영양학적으로 우수한 결론이 도출되었다. 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비율은 대조구가 7:3, 옥배유를 첨가하여 만든 치즈가 2:8로 나타났으며, 콜레스테롤은 대조구의 43.58 mg/100 g에 비해 옥배유를 첨가하여 만든 치즈는 4.34 mg/100 g만 측정되어 건강에 유의한 결과가 나타났다. 결과적으로 본 연구는 혈 중 콜레스테롤 저하효과를 나타내는 휘발성 유리지방산을 다량 함유하고, 콜레스테롤 함량이 대조구의 10% 수준인 영양학적으로 우수한 건강지향적인 cholesterol free Mozzarella cheese를 제조할 수 있었다.

문 헌

1. Breene WM, Price WV, Ernstrom CA. 1964. Manufacture of Pizza cheese without starter. *J Dairy Sci* 47: 1173-1180.
2. Ministry of Agriculture and Forestry. 2003. Consumption of Milk and Milk Product. Korea Trade Information Services, Seoul, Korea.

3. Ahn YT, Kim HU. 1999. A review on the hypocholesterolemic effect of lactic acid bacteria. *J Korean Dairy Technol Sci* 17: 109-121.
4. World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research. 1997. Food · Nutrition and the Prevention of Cancer. A Global Perspective Conference.
5. Park JY, Rosenau JR. 1984. Melting characteristics of cheese. *Korean J Food Sci Technol* 16: 153-158.
6. Kindstedt PS. 1995. *Factors affecting the functional characteristics of unmelted and melted Mozzarella cheese*. Plenum, New York, USA. p 27-41.
7. Keum JS, Jin HS, Kim JW. 1997. Manufacturing characteristics of low-fat Cheddar type cheese and cheese yields. *Korean J Dairy Sci* 18: 303-312.
8. Keum JS, Jin HS, Kim JW. 1996. Studies on the coagulative characteristics of raw milk for low-fat cheese. *Korean J Dairy Sci* 18: 110-120.
9. Merrill RK, Oberg CJ, McMahon DJ. 1994. A method for manufacturing reduced fat Mozzarella cheese. *J Dairy Sci* 77: 1783-1789.
10. Olson NF, Johnson ME. 1990. Light cheese products-characteristics and economics. *J Food Technol* 44: 93-96.
11. Kwak HS. 2003. Development of functional milk and dairy products for increase of consumption. *J Korean Dairy Technol Sci* 21: 13-22.
12. Kosikowski FV. 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*. 2nd ed. Edwards Brothers Inc, Michigan, USA. p 179-597.
13. AOAC. 1995. *Official Method of Analysis*. 16th ed. Association of official analytic chemists, Washington DC, USA.
14. Guinee TP, O'Callaghan DJ. 1997. The use of a simple empirical method for objective quantification of the stretchability of cheese on cooked Pizza pies. *J Food Engineering* 31: 147-161.
15. Harvey CD, Morris HA, Jenness R. 1982. Relation between melting and textural properties of process Cheddar cheese. *J Dairy Sci* 65: 2291-2295.
16. Kim GO, Kim SS, Seong NG, Lee YC. 2000. *Method and Application of Sensory Evaluation*. 1st ed. Singwang Press, Seoul, Korea. p 131-193.
17. Kitchen BJ. 1981. Milk compositional changes and related diagnostic tests. *J Dairy Res* 48: 167-188.
18. Gordin S, Lim JW. 1979. The effect of three different temperatures on the protein breakdown of Edam cheese made with chicken pepsin. *Korean J Anim Sci* 21: 29-33.
19. Kim HW. 2002. Nutritive value of milk and milk products, considering some controversial views. *J Korean Dairy Technol Sci* 20: 136-144.
20. National Veterinary Research & Quarantine Service. 2002. Stock Farm Products Labeling Standard: Public Notice No 2002-5. Seoul, Korea.
21. Rural Development Administration. 2001. *Food Composition Table*. Sixth revision. Sangnok Press, Suwon, Gyeonggi-do. p 310-315.
22. Kindstedt PS, Ripple JK, Duthie CM. 1990. Rapid quantitative test for free oil (oiling off) in melted Mozzarella cheese. *J Dairy Sci* 73: 867-873.
23. McMahon DJ, Brown RJ. 1984. Enzymatic coagulation of casein micelle. *J Dairy Sci* 67: 919-929.
24. Micketts R, Olson NF. 1974. Manufacture of Mozzarella cheese by direct acidification with reduced amounts of rennet and pepsin. *J Dairy Sci* 57: 273-279.

(2003년 10월 29일 접수; 2004년 2월 24일 채택)