



한외여과를 이용한 Mozzarella Cheese Analogue 제조에 관한 연구

†이성희¹ · †송광영² · 서건호² · 윤여창^{1*}

¹건국대학교 동물생명과학대학 축산식품생명공학전공

²건국대학교 수의과대학 및 KU 식품안전연구소

Production of Mozzarella Cheese Analogue by Ultrafiltration

†Sung-Hui Lee¹, †Kwang-Young Song², Kun-Ho Seo² and Yoh-Chang Yoon^{1*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

²KU Center for Food Safety and College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to improve the production of Mozzarella cheese analogues manufactured using mixtures of soy milk and concentrated raw milk by performing ultrafiltration (UF) and to assess the quality of these cheeses during a 30-day storage period at 4°C, relative to that of Mozzarella cheese manufactured with the traditional method. The solid consistency of Mozzarella cheese analogue prepared from milk mixtures was lower than that of cheese manufactured from raw milk or soy milk and increased during storage, which is considered to be the result of decreasing water levels, as well as with increasing soy milk concentrations. In the Mozzarella cheese analogue generated using the milk mixtures, the fat content decreased with increase in the soy milk concentration, while it decreased during the storage period. Lactose levels were lowest in cheese composed of soy milk or raw milk and processed by UF, and decreased during storage in cheese produced using milk mixtures. In milk mixtures containing soy milk, the protein concentration increased with increasing amounts of raw milk and did not change during the storage period. The water-soluble nitrogen compound level was similar between cheeses and increased only slightly during storage. The amount of non-protein nitrogen compounds was higher in the cheese analogue than in the control cheese and tended to increase during storage. Analysis of the physicochemical traits of the Mozzarella cheese analogue yielded the following results: During storage, titratable acidity levels increased while pH tended to decrease. After analysis using electropherograms, it was classified as α -, β -, or κ -casein. The results of rheometry tests showed that in the Mozzarella cheese analogue prepared from milk mixtures, with raw milk concentrated by UF, increases in concentration rate lead to lowered hardness, elasticity, cohesiveness, and brittleness. When cheese was produced from milk mixtures and concentrated by UF, meltability increased as the concentration rate increased, although to an extent that was less than that observed for the control cheese, and tended to increase during storage. Sensory evaluation showed that the analogue cheese was much better than the control cheese in terms of formation, appearance, and flavor.

Keywords: Mozzarella cheese analog, ultrafiltration, physicochemical properties, quality

서 론

피자 토핑용으로 유명한 비숙성 치즈 중의 하나인 모짜렐라 치즈는 처음엔 이탈리아 남부지방에서 물소의 고지방 우유를 이용해서 만들어졌으며, 이후 북부지방에서 젖소의

* These authors contributed equally to this study.

* Corresponding author: Yoh-Chang Yoon, Dept. of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: +82-2-450-3692, Fax: +82-2-458-7305, E-mail: ychoon@konkuk.ac.kr

우유를 이용하여 만들어 졌다. 이탈리아 뿐만 아니라 미국, 캐나다, 프랑스 등 전 세계적으로 제조되고 있다. 이는 부드럽고 윤기 나는 구형 또는 타원형이었으나(Kosikowski, 1982), 현재 대량 생산 방식에 의해 블록형으로 제조되었으며, 이후 블록형 또는 절단된 상태로 유통되고 있다(Rudan *et al.*, 1998). 모짜렐라 치즈의 소비는 미국 등 전 세계적으로 피자의 인기로 급속도로 증가하고 있다. 즉, 이는 외식산업의 발달과 청소년층의 피자에 대한 높은 기호성으로 지속적으로 신장되고 있다. 세계 생산량은 1988년의 67만 톤에서 1997년에는 100만 톤으로 증가했다. 1인당 소비량은 2.73 kg(1988)에 비해 3.80 kg(1997)에는 40% 가량 증가했다. 모짜렐라 치즈의 소매량은 자연 치즈 판매량의 45만 톤(1996)의 23% (10만 톤)를 차지하여 전체 치즈 판매량의 13%(80만 톤)를 차지했다.

현재 국내에서 소비되는 치즈는 수입 의존도가 높은 편이며, 모짜렐라의 경우 10% 정도는 국내에서 제조되나, 가격 경쟁력에서 수입제품에 비해 크게 불리한 입장이다(Korea Dairy Handbook, 2000). 비싼 원유로 인해서 제조 원가 절감이라는 주제 아래 여러 가지 방법이 제시되고 있다. 그중 하나인 한외여과(Ultrafiltration) 기법을 이용한 수율 증가 등 여러 가지 부분에서 해결할 수 있다(Jameson, 1983). 한외여과 공정은 우유를 여과하고 그 막에 따라 높은 분자량(1000D 이상)을 가진 것을 얻어낼 수 있고, 이보다 낮은 분자량을 얻기 위해서는 역삼투압을 이용하게 된다(Tamine and Robinson, 1985). 한외여과는 여러 가지의 작용이 작용하는데 압력 · 온도 · 유속의 적절한 조화에 의해 분자량의 차이에 따른 물질분리와 이로 인해 농축이 이루어진다(Song *et al.*, 2011). 용액은 적용된 압력에 의해 용매와 용해된 특정한 성분이 막을 통과하여 투과액(permeate)의 형태로 분리된다(Gupta and Reuter, 1987; Song, 2002). 농축에 의해 관리가 용이해지고 부패를 방지할 수 있으며, 가열농축에 비해 에너지가 절약되며, 단백질이나 비타민 등의 열변성을 막을 수 있다(Yan *et al.*, 1979). 또 다른 원가 절감 방법으로서 대두단백을 이용한 모짜렐라 유사 제품을 제조하게 되었다. 모짜렐라 치즈의 급격한 소비 증가는 적당한 공급가를 일정하게 공급하기에 어려움이 있어서 모짜렐라 치즈를 수입하게 한다. 치즈 제품의 새로운 공정을 발전시키거나 모짜렐라 치즈의 대용품을 만들어야 한다. 게다가 높은 수요와 천연치즈의 가격은 치즈 증량제나 모조 치즈의 사용이나, Caseinate가 없는 것이나 유제품이 아닌 성분의 치즈의 사용을 가져왔다. 대두단백은 유제품 성분의 한정적인 공급과 Caseinate의 높은 가격 때문에 모짜렐라 치즈 아날로그 제조에 사용되곤 했다(Taranto

and Yang, 1981). 더구나, casein-based 모조 모짜렐라 치즈보다 soy-based 유사 모짜렐라 치즈의 오랜 기간 동안의 안정성과 실질적인 가격우위는 높은 경쟁 잠재력이 있다. 모짜렐라 치즈 아날로그는 저수분 모짜렐라 치즈처럼 풍미의 문제점은 없지만, 몸체가 용해될 때 신축이 잘 되지 않고, 과도한 Caseinate, 대두단백의 내용물은 수렴성의 냄새, 이상한 풍미, 갈변화가 생긴다(Kosikowski and Mistry, 1997). 이는 여러 가지 모조제품에 이용될 수 있는데, 모조 우유, 모조 치즈, 우유를 함유하지 않은 빙과류, 우유를 함유하지 않은 크림, 커피 크림, 두유음료에 이용할 수 있다. 콩 제품들은 비용을 줄일 수 있고, 균형 있는 영양물 섭취와 신경과민을 줄이고, 락토오스 과민성을 완화시키며, 기능특성을 강화시킨다. 콩뿐만 아니라 땅콩 또한 짜기 때문에 caseinate를 대신 이용할 수 있다(Giese, 1994; Kosikowski and Mistry, 1997). 대두단백은 아미노산 패턴의 균형이 잘 맞춰져 있는 단백질 중 좋은 편이다(Smith and Circle, 1972). 대두단백은 동양의 많은 사람들의 식생활에 주요한 단백질 공급원으로 사용되었다. 이러한 영양학적 측면과 주요한 명성에도 불구하고, 대두에서 추출한 음료는 다른 지역에서는 꽤 제한되었는데, 주로 불쾌취 때문이었다. 그 문제를 해결하려는 중요한 시도는 계속 되고 있지만 부분적으로 성공했을 뿐이다. 그 불쾌취의 중요한 요인은 효소의 체계와 지방 분해 효소 때문이다. 콩을 갈거나 수분에 노출할 때마다 반응은 일정 온도 아래에서 즉시 효소 불활성이 나타나는 반응으로 빨리 나타났다. 높은 단백질 회수로 부드러운 두유는 유아, 어린이, 어른에게 경제적인 단백질 원이 될 수 있기 때문에 중요하다. 또한, 우유의 유당을 소화하지 못하는 사람들에게 이용될 수도 있다. 대두단백은 낮은 온도에서는 젤과 같고, 높은 온도에서는 늘어나기 때문에 모짜렐라 치즈 아날로그로 쓰일 수 있다. 대두단백으로 제조된 치즈 아날로그는 TPA 결과와 마이크로그래프 등의 측정치가 천연 모짜렐라 치즈와 비슷하고, 특성 등도 비슷하다(Smith *et al.*, 1980; Taranto and Yang, 1981; Yang and Taranto, 1982). 대두단백젤은 열이나 산, 칼슘의 첨가나 이것들의 혼합에 의해 형태가 바뀔 수 있다.

본 연구의 목적은 한외여과법으로 다양하게 농축된 원유를 두유에 혼합하여 제조되어진 모짜렐라 모조 치즈의 이용가능성과 저장 중 제품 품질을 파악하는데 중점을 두고 실험이 시행되었다.

재료 및 방법

1. 실험재료

1) 공시재료

경기도 일원에서 집유되어 건국유업에 납유되어 각종 원유 검사에서 합격한 양질의 원유(총 고형분 8.32%, 지방 4.04%)를 사용하였다.

2) 두유(Soy Milk)

일반 시중에서 구할 수 있는 콩(백태)으로서 두유를 만들기 적합한 흠집이 없는 콩을 선별해서 전날 콩에 2배의 증류수에 담가서 12시간 뒤에 증류수로 세척한 뒤에 증류수와 콩이 9:1의 비율로 마쇄하여 두유만을 만들어 이용했다(Kim *et al.*, 2012).

2. 한외여과(Ultrafiltration)

한외여과 전처리로서 DSS Lab Unit M20(Denmak)을 outlet pressure 2 bar, inlet pressure 3 bar, flex rate 50.4 L/m²/hour의 작동조건하에 농축계수 2, 3, 4, 5를 만들었으며, 한외여과 처리과정 중 시료의 온도는 약 50℃로 유지하였다.

3. 치즈 재료

1) 모짜렐라 치즈 제조

건국유업에서 각종 원유검사를 통해서 합격한 양질의 원유를 이용하여 치즈를 제조하였다. 공시균주는 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* : *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*을 1:1로 혼합 동결한 균주인 TCC-3(Chr. Hansen, Denmark)을, 응유효소인 rennet는 Standard plus 900 제품(Chr. Hansen, Denmark)을 사용하였다.

2) 두유 및 원유와의 혼합비율에 따른 치즈 Analog 제조

원유는 65℃에서 30분 동안, 그리고 두유는 80℃에서 20분 동안 살균을 실시해서 사용하였다. 이후 살균된 원유와 두유의 혼합 방식은 두유 500 mL에 각각의 농축계수(UF 2, 3, 4, 5)에 따른 농축된 원유를 혼합하여 혼합유를 이용하여 혼합(80℃), 냉각(4℃), 정치, 성형, 건조 및 포장한 후 분석 실험을 하였다(Fig. 1, Table 1). 안정제를 첨가한 후 만든 모짜렐라 치즈 아날로그를 4℃에서 30일동안 보관하면서 매 10일마다 샘플을 비교 분석하였다.

4. 모짜렐라 치즈 원료유인 원유(Raw Milk), 두유(Soy milk), 혼합액(Mixture)의 성분 분석

원유(raw milk), 한외여과 후 치즈 원료유의 농축액(retentate)과 투과액(permeate), 마쇄를 하고, 이후 삼마의 자루에서 여과한 두유(soy milk), 두유와 원유를 배합비율에 따른 혼합액의 일반성분 분석은 Dairy Lab 2(Bentley II, Bentley Co.

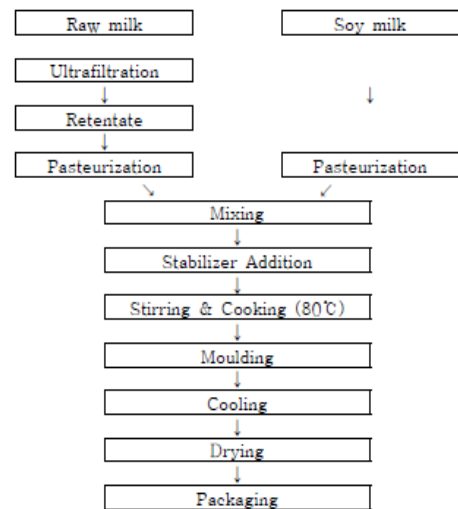


Fig. 1. The manufacturing procedure of Mozzarella cheese analog by mixture.

Table 1. Rate of the mixture with soy milk and raw milk

Control	Raw milk	
	Soy milk	Soy milk : Raw milk(UF 1) = 1:1
	Mixture A	Soy milk : Raw milk(UF 2) = 1:1
	Mixture B	Soy milk : Raw milk(UF 3) = 1:1
Treatment	Mixture C	Soy milk : Raw milk(UF 4) = 1:1
	Mixture D	Soy milk : Raw milk(UF 5) = 1:1
	Mixture E	Soy milk : Raw milk(UF 6) = 1:1

U.S.A)를 이용해서 지방, 단백질, 유당, 무지고형분을 분석하였다.

5. 모짜렐라, 두유, 혼합(Mixture Milk) 치즈의 성분 분석

A.O.A.C.(1995) 방법에 의해 (1) 우유 및 유청의 pH(pH meter, Orion 420A, USA)와 산도(TA)가 측정되었고, (2) 총 고형분은 칭량용기에 치즈 5 g을 넣고 105℃에서 24시간 건조 후 무게를 측정하여 고형분 함량을 산출하였고, (3) 회분은 도가니에 치즈 5g을 넣고 550℃ 회화법으로 5시간 회화한 후 회백색의 회분을 측정하여 회분함량을 산출하였고, (4) 지방은 Whatman #42 여과지에 치즈 1 g을 싼 후 유기용매인 ether를 이용해서 지방을 측정하는 Soxhlet 추출법으로 지방 함량을 산출하였고, (5) 유당은 Fehling 용액을 이용하여 산화제1동(Cu₂O)을 측정하는 Munson-Walker법을 이용하여 유당 함량을 산출하였고, (6) 단백질은 micro-Kjeldahl법을 이용하여 질소함량을 구한 후 여기에 우유 및 유제품의 질소계수 6.38과 콩 및 콩제품의 질소계수 5.71을 모짜렐라 치즈 아날로그의 제조비율별로 곱하여 단백질의 양으

로 정량하였다. (7) 수용성 질소(Water soluble nitrogen) 및 비단백태질소(Nonprotein nitrogen) 화합물은 Christensen 등 (1991)의 방법에 따라 모짜렐라 치즈 아날로그 10 g을 0.1 M citrate buffer(pH 8.5) 200 mL에 균질, 용해한 후 분석하였다. (8) SDS-polyacrylamide gel 전기영동(SDS-PAGE)은 Laemmli(1970) 방법에 따라 12%의 acrylamide separating gel과 5% acrylamide stacking gel을 사용하여 Mini Gel(Eido, Japan, 1999) 전기영동장치에 의해 수행되었다. (9) 치즈의 물성 측정에는 Bourne(1978)의 방법에 따라 치즈를 가로, 세로를 각각 2.5 cm로 절단하여 Fudoh Rheometer(Model NRM-2001, Fudoh Kogyo Co. Japan)를 이용하여 측정하였다. (10) 용융성(Melt ability)은 Nilson과 LaClair(1975)의 방법으로 분석하였다. (11) 갈변화(Browning)와 신장성(Stretching)은 Partridge (1980)의 방법에 따라 가열에 따른 변화를 확인하였다. (12) 관능검사(Sensory evaluation)는 Bodyfelt 등(1965)의 방법을 변형시켜서 풍미, 조직, 외관, 색깔, 굳기 등의 5 가지 항목에 대해서 조사를 하였다.

6. 통계분석(Analysis of Statistics)

분석 결과에 따른 통계분석은 SAS-PC 프로그램(SAS version 6.12, 1995)을 이용하여 완전임의배치법(C.R.D)에 의거하여 t 다중검정과 F 검정을 하였다.

결과 및 고찰

1. 원유, 농축액, 투과액 및 두유, 혼합유의 성분 분석

1) 원유, 농축액, 혼합액(Raw, Soy and Mixture)

전통적인 모짜렐라 치즈 제조의 원료유 및 두유, 원유의 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유의 일반조성은 Table 2, Fig. 2와 같다. Table 2에서와 같이 원유의 지방은 4.04, 단백질은 3.15, 유당은 4.45, SNF는 8.32였다. 한외여과를 이용한 원유의 농축계수가 증가할수록 지방과 단백질, SNF는 농축계수가 증가할수록 함량은 증가하는 것을 볼 수 있으며, 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 유당은 감소하는 것을 볼 수 있었다. 두유와 원유의 농축계수에 따른 혼합액인 A, B, C, D, E에서도 같은 양상을 보였다.

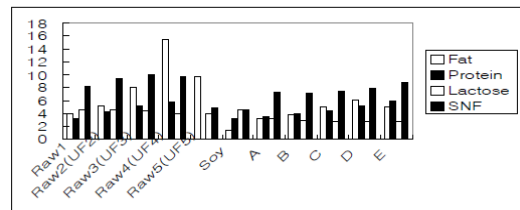
2) 투과액(Permeate)

원유를 한외여과(ultrafiltration)에 의한 농축과정에서 생성된 투과액(Permeate)의 성분조성을 Table 3, Fig. 3에서 보여주고 있다. Table 3에서 볼 수 있듯이 각각의 지방, 단백질, 유당, SNF는 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 지방과 단백질은 농축계수가 증가할수록 유청 내에 약간이

Table 2. Comparison of raw materials of a raw, soy and mixture milk

	Fat	Protein	Lactose	SNF
Raw1	4.04 ^h	3.15 ^j	4.45 ^b	8.32 ^e
Raw2(UF2)	5.21 ^f	4.29 ^f	4.51 ^a	9.35 ^c
Raw3(UF3)	7.98 ^c	5.24 ^c	4.34 ^c	9.96 ^a
Raw4(UF4)	15.47 ^a	5.89 ^b	3.85 ^e	9.79 ^b
Raw5(UF5)	9.78 ^b	0.01 ^k	4.05 ^d	4.84 ^j
Soy	1.50 ^k	3.21 ⁱ	4.50 ^a	4.50 ^k
A	3.22 ^j	3.50 ^h	3.18 ^f	7.25 ^h
B	3.81 ⁱ	3.98 ^g	2.96 ^g	7.22 ⁱ
C	4.93 ^g	4.43 ^e	2.78 ^h	7.40 ^g
D	6.10 ^e	5.06 ^d	2.72 ⁱ	7.87 ^f
E	7.31 ^d	5.97 ^a	2.77 ^h	8.82 ^d

^{a-k} Means in a column with different superscript differ significantly ($p < 0.01$).



Raw 1 : raw milk
 Raw 2 : raw milk (Ultrafiltration 2)
 Raw 3 : raw milk (Ultrafiltration 3)
 Raw 4 : raw milk (Ultrafiltration 4)
 Raw 5 : raw milk (Ultrafiltration 5)
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 2. Comparison of components in raw materials.

Table 3. Comparison of permeate materials of a raw, soy and mixture milk during 30 days at 4°C

	Fat	Protein	Lactose	SNF
Permeate(UF2)	0.06 ^a	0.05 ^a	3.97 ^c	4.75 ^c
Permeate(UF3)	0.06 ^a	0.05 ^a	4.05 ^b	4.84 ^b
Permeate(UF4)	0.04 ^a	0.00 ^b	3.78 ^d	4.59 ^d
Permeate(UF5)	0.06 ^a	0.06 ^a	4.11 ^a	4.91 ^a

^{a-d} Means in a column with different superscript differ significantly ($p < 0.01$).

존재하지만, 유당과 SNF의 경우는 앞의 전자의 경우보다는 많은 양이 함유된 것을 볼 수 있다. 이는 한외여과를 할 경우에 있어서 유청, 유당, 비단백태질소, 회분, 수분 등이 투과액으로 빠져나가는 것보다 단백질 중 카제인, 지

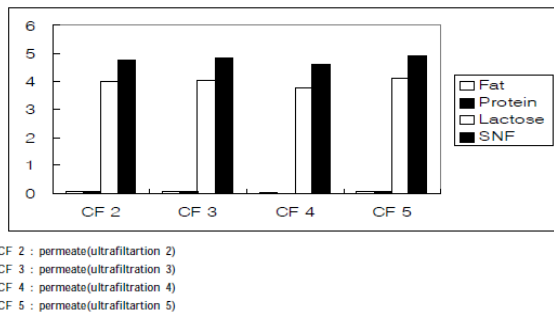


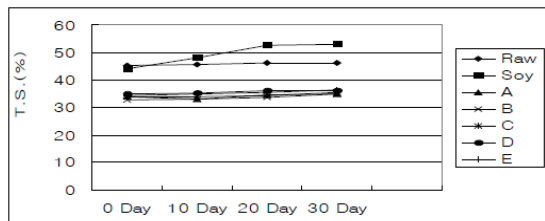
Fig. 3. Comparison of components in permeate.

방 등이 농축되는 양이 상대적으로 높기 때문이다(Yan *et al.*, 1979).

2. 모짜렐라, 두유, 혼합유 치즈의 일반성분 분석

1) 총 고형분(Total Solid)

원유를 이용한 치즈 및 두유를 이용한 아날로그 치즈 또한 한외여과를 이용한 혼합유를 이용한 치즈의 제조이후 저장 기간 동안 총 고형분의 변화를 Fig. 4에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E 모두에서 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간에 있어서 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 이는 수분의 증발로 인한 것과 당의 분해에 의한 수분의 사용으로 인한 결과로 사료된다. Farkye 등(1991)은 14일간 저장하면서 본 실험과 비슷한 저장기간 동안 수분의 감소를 보고하였다. 이로서 총 고형분의 함량의 변화는 증가하는 면을 보였다. 수분도 치즈의 물리적 성질에 중요한 역할을 하는데, 이는 치즈 조직에 영향을 미칠 수 있으며, 다른 영양물질의 용해물질로서 사용되며 유청으로서 치즈에 여러 가지 물질을 운반한다. 특히 무기질 성분, 수용성 비타민과 유산 성분 등이 이런 수분을 통해서 우유에서 치즈로 이동된다(Heo, 1994).



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

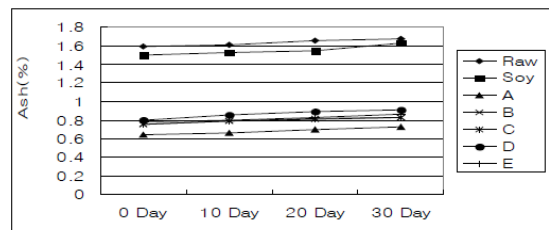
Fig. 4. The change of total solid content during 30 days at 4°C.

2) 회분(Ash)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축하여 농축비에 따른 두유와 혼합한 원유로 만든 치즈의 저장기간 동안 회분의 변화를 Fig. 5에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E 모두에서 대조구와 처리구 사이에 고도의 유의 차이를 보였으며($p < 0.01$), 그리고 저장기간 동안에는 차이를 보이지 않았다. 무기질은 세포내외의 체액 중에 이온으로 존재하며, 그 완충작용에 의해서 pH를 조절하고 또 삼투압을 조절해서 체액의 이용에 관여한다(Guyton, 1966). 또 근육과 신경계에 있어서 흥분 전달물질로서도 그 역할을 하고 있다(Lang, 1979). Cytochrom의 철(Elwood *et al.*, 1968), 비타민 B₂의 코발트와 같이 효소의 성분이 되며, 촉진제로서 관여하기도 한다(Peter and Elliot, 1984). 이들 무기질은 신체기능의 항상성을 유지하는 중요한 물질로서 영양소는 아니지만 신체를 유지하는데 중요한 물질로서 결핍되어서는 안되는 물질이다.

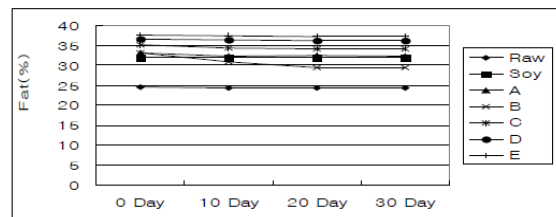
3) 지방(Fat)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축하여 농축비에 따른 우유와 혼합유로 만든 치즈의 저장



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 5. The change of ash content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 6. The change of fat content during 30 days at 4°C.

기간 동안 지방의 변화를 Fig. 6에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F 모두에서 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 지방의 경우에 있어서 원유를 한외여과를 이용하여 농축한 후 두유와 혼합한 혼합유를 이용해서 치즈를 제조했을 경우, 농축계수가 증가함에 따라서 지방의 함량은 증가했으며, 저장기간 동안에 지방의 함량은 저하되는 면을 보였다. 이는 저장기간 동안 잔존 분해효소와 저온 저장기간에 있어서 잔존 미생물의 낮은 활성으로 인한 지방분해효소의 생합성에 의해서 함량의 변화가 일어나는 것으로 보인다. 지방은 치즈의 품질에 영향을 미치며, 지방은 치즈의 영양적인 측면에서 칼로리적인 의미에서 중요할 뿐만 아니라, 지용성 비타민의 매개체로서도 중요하다. 지방의 경우 또한 Tunick 등 (1991)은 모짜렐라 치즈에서 지방의 감소는 경도, 탄성, 응집성의 가치를 높인다고 했다. 치즈에 있어서 지방은 소비자에게 있어서 맛에 영향을 주며, 제품의 물리적인 성질에도 영향을 미친다(Heo, 1994).

4) 유당(Lactose)

원료를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축하여 농축비에 따른 두유와 혼합한 원유로 만든 치즈의 저장기간 동안 유당의 변화를 Fig. 7에서 보여 주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F 모두에서 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 이는 한외여과를 이용한 농축계수가 증가함에 따라서 투과액에 유당이 빠져나가기 때문으로 사료된다. 이는 cut off 20,000D인 한외여과 막을 사용하여 실시한 농축에서 유당이 투과액로 빠져나가 농축액의 총 고형분 함량이 높아짐에도 불구하고 유당이 감소하는 것은 유당이 높은 용해성을 가지고 있기 때문에, 한외여과기에 의한 농축에서 급속도로 감소된다는 Gupta와 Reuter(1987)의 연구와 연관성을 보였다. 처리구 A에서는 두유로 만든 것으로서 우유로 만든

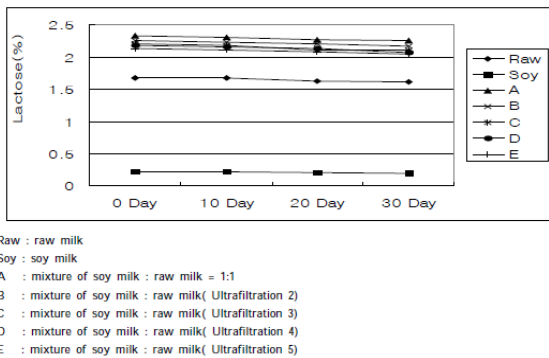


Fig. 7. The change of lactose during 30 days at 4°C.

것이 아니기에 약간의 유당 함량을 보였으며, 저장기간 동안 변화에 있어서 약간의 감소 경향을 보였다. 대조구는 한외여과를 거치지 않았으며, 효소적인 조건이나 균주에 의한 영향으로 인하여 저장기간 동안 성분 함량에 변화를 보인 것으로 사료된다.

5) 단백질(Protein)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 저장기간 동안 단백질의 변화를 Fig. 8에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F 모두에서 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 있어서 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 단백질 분해는 치즈의 풍미 생성에 있어서 중요한 과정 중에 하나이며, 치즈 제조 시 렌넷, 스타터 균주 및 치즈 숙성 중의 2차적 미생물(secondary microflora)과 이들이 합성하는 효소에 의해서 이루어진다(Fox et al., 2000).

6) 수용성 질소화합물(WSN)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합 유로 만든 치즈의 저장

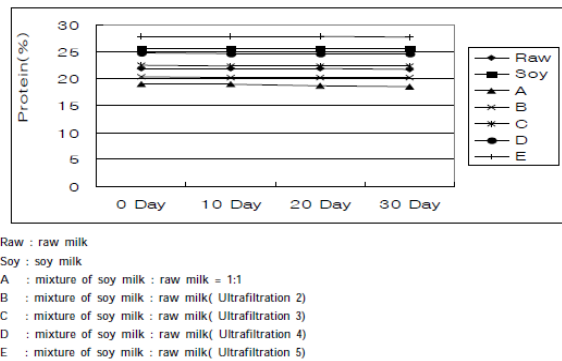


Fig. 8. The change of protein content during 30 days at 4°C.

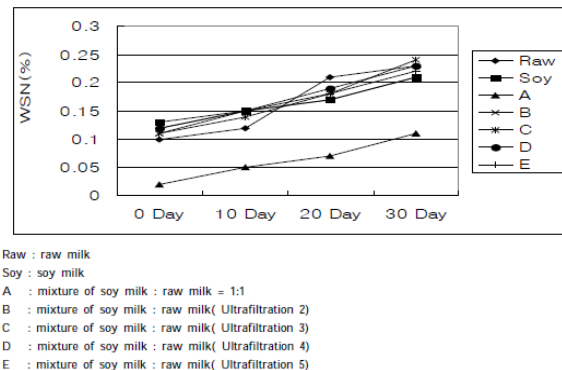
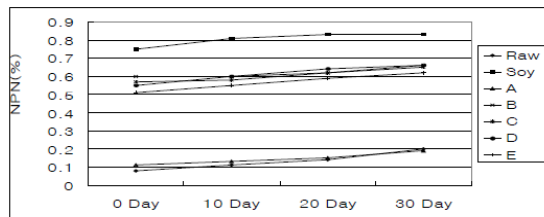


Fig. 9. The change of WSN content during 30 days at 4°C.

기간 동안 단백질의 변화를 Fig. 9에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F 모두에 있어서 대조구와 처리구 사이에 있어서 유의 차이를 보이지 않았으며, 저장기간 동안에는 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 수용성 질소화합물의 대부분은 커드의 렌넷의 작용에 의해서 생성되며, 수많은 중소형 크기의 펩타이드, 아미노산, 아미노산 분해물질로 구성되어 있으며, 숙성 중에는 증가하게 된다(Farkey *et al.*, 1990; Fox *et al.*, 2000). 두유의 경우에 있어서 저장기간 동안에 단백질 분해 효소에 의해서 생성되는 것으로 사료된다. Yun 등(1993)은 수용성 질소화합물의 증가는 가열온도와 저장기간 동안에 영향을 받는다고 보았는데, 가열온도가 높을수록 단백질 분해 정도는 낮아지며, 저장기간이 길수록 수용성 질소화합물은 지속적으로 증가한다고 보았다.

7) 비단백태 질소화합물(NPN)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 저장기간 동안 비단백태 질소화합물의 변화를 Fig. 10에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F 모두 대조구와 처리구 사이에 약간의 유의 차이를 보이며, 저장기간 동안에 있어서 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 비단백태 질소화합물은 우유 중의 저온균이 생성하는 단백질 분해효소에 의해서 유단백질이 분해되며 생성되는 것이다. 이러한 효소는 내열성이어서 UHT 처리 이후에도 활성화되어 제품의 품질에 문제를 일으킬 수 있으며, 비단백태 질소화합물이 증가되어 0.06% 정도가 되면 쓴맛을 유발한다고 보고하였다(Renner, 1983). 두유에 있어서도 단백질 분해 효소와 잔존 미생물에 의한 분해효소의 생합성에 의한 것으로 사료된다. 농축계수가 증가함에도 불구하고 비단백태 질소화합물은 감소하는 것을 볼 수 있는데, 이는 한외여과에 의한 농축 중 일정량이 투과 액으로 빠져나갔기 때문에 총 고형분 함량이 증가됨에도 불구하고 비단백태 질소의 함량은 오히려 감소하



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

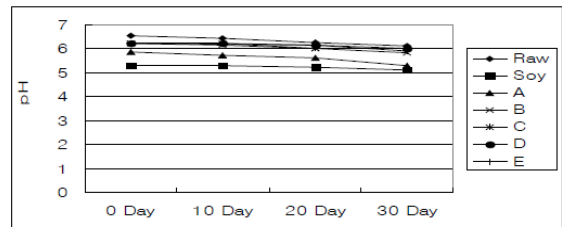
Fig. 10. The change of NPN content during 30 days at 4°C.

는 것을 볼 수 있었으며, 저장기간 동안에 증가하는 것을 볼 수 있다.

3. 모짜렐라, 두유, 혼합유 치즈의 이화학적 성분 분석

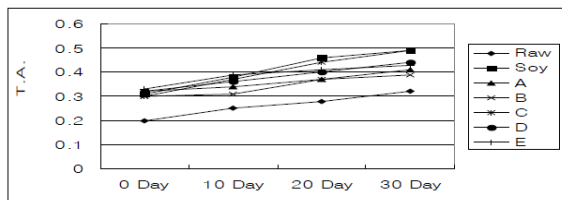
1) pH와 적정산도(TA)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 모짜렐라 치즈 아날로그의 저장기간 동안 pH와 적정산도의 변화에 대하여 Fig. 11, 12에서 보여주고 있다. pH에 있어서 Raw, A, B, C, D, E, F 모두에 있어서 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). TA에 있어서는 Raw, A, B, C, D, E, F 모두에 있어서 대조구와 처리구 사이에 차이가 없었으며, 저장기간 동안에는 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 치즈의 저장기간 동안의 숙성은 치즈 내의 유당을 분해함으로써 치즈에 독특한 향미를 부여하는데, 그 생성 정도는 여러 가지 조건 중 수분과 온도가 관련한다. 약간의 수분 하에서 낮은 온도에서도 잔존하는 미생물에 의해서 낮은 활성을 가지며 저장기간 동안에 pH는 감소하는 것을 볼 수 있으며, 반면에 TA는 증가하는 것을 볼 수 있다.



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 11. The change of pH content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 12. The change of TA content during 30 days at 4°C.

2) 전기영동(Electrophoresis)

대부분의 치즈 종류에서 주요 단백질인 카제인은 숙성기간 동안 응유효소, 플라스민, 단백질 분해효소에 의한 산생성, 스타터 및 non-starter bacterial protease 등에 의하여 large peptide, small peptide, amino acid 및 small organic molecule로 점진적으로 가수분해된다. 저장기간 동안의 각 처리구 치즈 카제인의 가수분해 전기영동상을 polyacrylamide gel electrophoresis(PAGE)를 통하여 관찰된 결과는 Fig. 13과 같다. 우유의 주 단백질인 casein의 분자량의 범위는 α -casein이 22~23.7Kd, β -casein은 23.9~24 Kd, κ -casein은 11.5~22.5 Kd이다. 콩에 함유되어 있는 단백질은 약 45%로서 11S인 글리시린과 7S인 β -conglycinin이 주를 이루며, 분자량은 약 350 Kd 정도이다. Yun 등(1995)은 치즈 제조 공정 중 응고된 치즈로부터 유청을 제거하는 유청 배제 과정의 pH에 의해 모짜렐라 치즈 내 잔존 응유효소의 양에 영향을 준다고 보고했다. 치즈 내에 응유효소의 잔유량이 많을수록 치즈 제조 공정중 가열 및 스트레칭 작업과 같은 열처리 작업에 의해 응유효소의 활성이 감소된다고 하더라도 나머지 약간의 잔존량이 이후 활성화에 의해서 단백질이 분해될 것이며, 이는 또 모짜렐라 치즈의 스트레칭과 용융에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 대조구와 처리구의 비교시, B에서 대조구와 가장 가까운 상태를 보였으며, 두유를 이용한 모짜렐라 치즈 아날로그에서는 α -, β -, κ -casein이 명확하지 않았으며, 각각의 처리구에서 α -, β -, κ -casein이 분리되는 것을 볼 수 있었으며, 그 중 α -casein이 덜 명확함을 보였다.

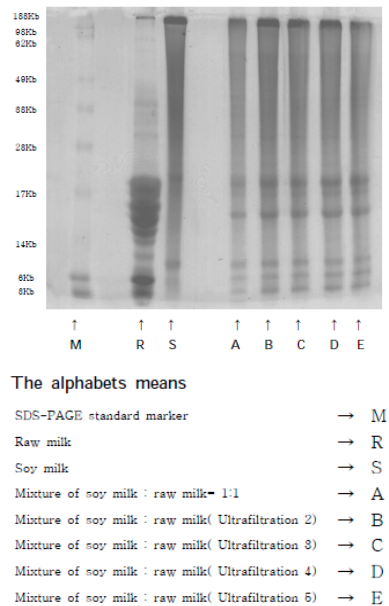


Fig. 13. Electropherograms of casein from Mozzarella cheese analogue.

3) 물성(Rheometry)

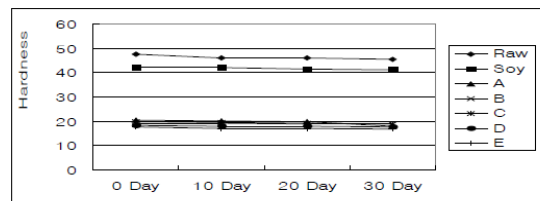
원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 저장기간 동안의 경도 변화를 Fig. 14에서, 탄성의 변화는 Fig. 15에서, 응집성의 변화는 Fig. 16, 그리고 부서짐성의 변화는 Fig. 17에서 보여주고 있다.

Raw, A, B, C, D, E 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 유의 차이를 보였다($p<0.01$). 농축계수에 따른 치즈 제조에 있어서 혼합유의 원유의 농축계수가 증가할수록 경도는 저하되는 면을 보였으며, 탄성은 증가하는 면을, 또 응집성도 증가하는 면을 보였으며, 부서짐성 또한 증가하는 면을 보였다.

경도는 Fig. 14에서 볼 수 있듯이 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p<0.01$). 농축계수가 증가함에 따라서 경도는 감소하는 면을 보이며, 또 저장기간 동안에 경도는 감소하는 면을 보였는데, 이는 치즈 제조 이후에 숙성에 따른 균주들의 낮은 활성으로 인한 pH의 변화와 카제인의 가수분해에 의한 것으로 보고되고 있다(Trepanier et al., 1991).

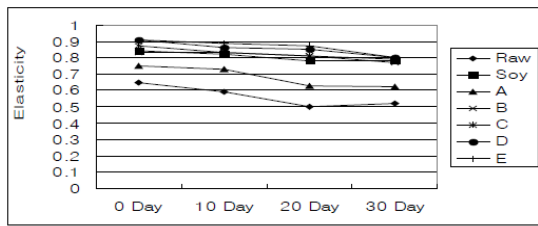
치즈의 조직 등급은 품질을 평가하는데 있어서 주요한 요건이 되며, 조직은 만질 때 감지되는 품질로서 굳기, 탄성, 매끄러움을 포함하는 복합적인 물리적 특성을 나타낸다. Tunick 등(1993)은 경도는 지방과 수분의 함량에 영향을 받는다고 보고하였다. 경도는 혼합유를 이용한 치즈에 있어서 유청을 제거하지 않았기에 원유를 이용한 치즈보다 수분이 많아서 원유를 이용한 것보다는 낮은 것을 볼 수 있으며, 응집성과 부서짐성도 원유를 이용한 것보다는 못한 것으로 보인다.

탄성은 Fig. 15에서 볼 수 있듯이 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p<0.01$). 농축계수가 증가함에 따라서 증가하는 것을 볼 수 있으며, 또 저장기간 동안에 감



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 14. The change of hardness content during 30 days at 4°C.

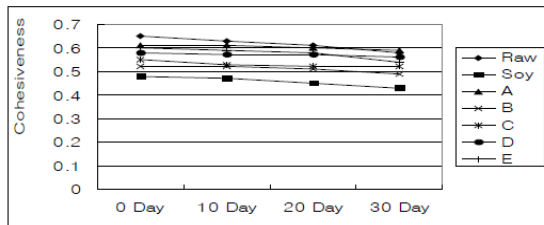


Raw : raw milk
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 15. The change of elasticity content during 30 days at 4°C.

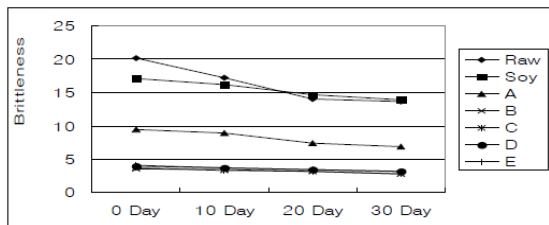
소하는 것을 볼 수 있고, 이는 농축함에 따라서 고형분의 증가로 인한 것으로 사료된다.

응집성도 Fig. 16에서 볼 수 있듯이 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이에 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 저장기간 동안 각각의 처리구들은 유의 차이를 보이지 않았다. 농축계수가 증가함에 따라서 응집성은 증가하는 것을 볼 수 있으며, 저장기간 동안에 감소하는 것을 볼 수 있다. 부서짐성의 경우는 Fig. 17에서 볼 수 있듯



Raw : raw milk
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 16. The change of cohesiveness content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 17. The change of brittleness content during 30 days at 4°C.

이 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$).

4) 용융성, 갈변화, 신장성

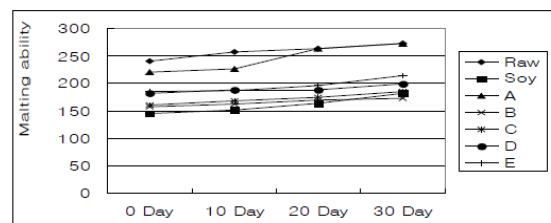
(1) 용융성(Meltability)

원료유를 위한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 저장기간 동안에 용융성의 변화를 Fig. 18에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 모짜렐라 치즈의 경우, 고온에서 열처리에 의해서 처리되기 때문에 용융성은 토핑용 치즈의 품질을 평가하는 중요한 기준이 되고 있다. 따라서 모짜렐라 치즈 제조업자는 소비자들의 까다로운 조건을 충족시키기 위해서 좋은 품질의 치즈를 제조하는데 목적을 두고 있다(Alvarez, 1986; Kindstedt *et al.*, 1989; Kindstedt and Fox, 1991). 좋은 품질의 치즈를 제조하기 위해서는 여러 조건이 복합적으로 이루어져야 하겠으며, 특히 용융성의 적절한 상태를 유지함이 중요하고, 결함이 없는 완전한 제품을 제조한다는 것은 사실상 어려운 일이다. 제조업자는 최대한 그러한 것을 만들도록 최대한의 노력을 하는 것이 중요하다고 하겠다.

(2) 갈변화(Browning)

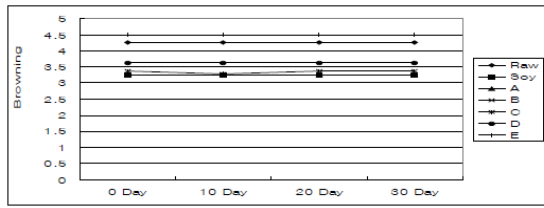
원료유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 저장기간 동안에 갈변화 변화는 Fig. 19에서 보여주고 있다. Raw, A, B, C, D, E, F 모두 대조구와 처리구 사이에 유의 차이를 보였으며($p < 0.01$), 저장기간 동안에 대조구와 각각의 처리구들은 차이가 없었다.

300°C에서 전통적인 치즈로 만든 것과 두유를 이용한 그



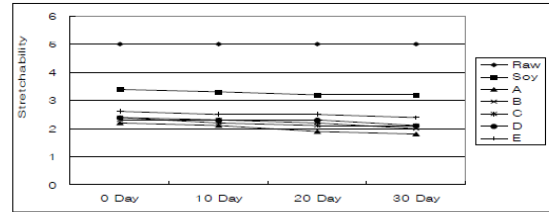
Raw : raw milk
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 18. The change of malting ability content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 19. The change of browning content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
 Soy : soy milk
 A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
 B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
 C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
 D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
 E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 20. The change of stretchability content during 30 days at 4°C.

리고 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 경우 서로간에 차이(Fig. 19)를 보였다. 그리고 농축계수에 따른 혼합유로 만든 치즈의 경우 농축계수가 증가할수록 갈변화의 정도는 덜 일어났다. 샘플 F의 경우에 있어서는 전통적인 모짜렐라 치즈보다도 갈변화에 있어서는 더 좋은 것으로 볼 수 있다. 저장기간 동안에 원유를 이용한 모짜렐라 치즈와 각각의 처리구들은 유의 차이가 없었다. Fife 등(1996)은 가열 색깔은 치즈의 지방 함량에 영향을 받는다고 하였다. Merrill 등(1994)은 저장기간이 길수록 신장성은 감소하고, 용융성과 가열에 따른 갈변화는 증가한다고 보고하였다. 본 실험의 경우에 있어서 한외여과를 함에 따라 지방의 함량은 증가하는 면을 보였으며, 그러한 결과에 따라 농축계수가 증가함에 따라 갈변화가 많은 차이는 없었지만 약간의 차이를 보인 것으로 판단된다. 그리고 수분 함량이 많을수록 갈변화의 정도는 감소하는 것으로 연구되었으며, 본 실험의 경우에 있어서 농축계수에 수분이 적으며, 이에 따른 갈변화의 정도가 일치하는 것으로 본 실험과 일치치를 보였다. 갈변화의 영향은 또한 유당과도 관련이 있으며, 유당 분해균에 의해서 저장기간 동안 갈변화의 차이를 보일 수 있다.

(3) 신장성(Stretching)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈에 대해서 다음 Fig. 20에서 보여주고 있다.

Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이에, 그리고 저장기간 동안에 고도의 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 혼합유로 만든 치즈의 경우, 전통적인 모짜렐라 치즈보다는 월등한 신장성 차이(Fig. 20)를 보였다. 원유를 이용한 모짜렐라 치즈의 신장성은 5이며, 두유를 이용한 모짜렐라 치즈 아날로그의 신장성은 2.1로 나타났다. 원유의 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합액을 이용한 모짜렐라 치즈 아날

로그는 A, B, C, D, E에서 각각 2.2, 2.3, 2.5, 2.5, 2.7이다. 농축계수 2, 3, 4의 경우에 있어서는 신장성이 거의 이루어지지 않았으며, 그나마 농축계수에서 약간이나마 신장성을 보였다. 이는 두유에서는 신장성을 기대하기는 어려우며, 약간이나마 신장성이 일어나는 경우는 농축을 함으로써 고형분의 함량이 증가함에 따라 농축계수가 낮은 것보다는 좋은 것으로 판단된다. A, B, C, D, E에 있어서 농축계수가 증가함에 따라서 신장성은 개선되는 것을 볼 수 있으며, Raw가 더 좋은 것을 볼 수 있다. 그리고 저장기간 동안 원유를 이용한 모짜렐라 치즈를 제외한 각각의 처리구들은 유의 차이를 보였다($p < 0.01$).

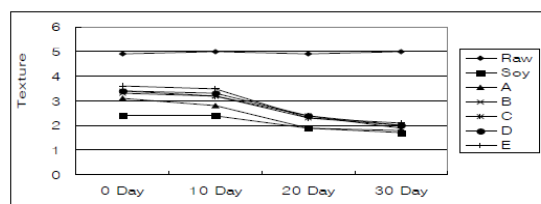
5) 관능검사(Sensory Evaluation)

원유를 이용한 그리고 두유를 이용한 치즈 및 원유를 농축계수에 따른 두유와 혼합한 혼합유로 만든 치즈의 저장기간 동안에 조직, 외관, 풍미의 변화를 Fig. 21~23에서 보여주고 있다.

조직에 있어서 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 두유가 많이 들어갈수록 조직감은 저하되는 편이다. 저장기간 동안 대조구에서는 거의 변화가 없었으나, 두유를 이용한 처리구들에서는 저장기간 동안 저하되는 것은 볼 수 있다.

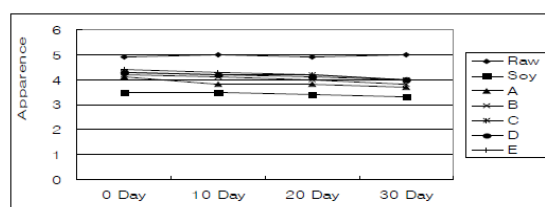
외관은 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 이것도 마찬가지로 대조구에서는 저장기간 동안 변화가 거의 없었으며, 두유를 이용한 처리구들은 저장기간 동안에 감소하는 걸 볼 수 있다.

풍미의 경우에 있어서도 Raw, A, B, C, D, E, F에서 모두 대조구와 처리구 사이, 그리고 저장기간 동안에 유의 차이를 보였다($p < 0.01$). 대조구에서는 저장기간 동안 풍미에 변화가 거의 없었으며, 두유를 이용한 처리구에서는 저장기



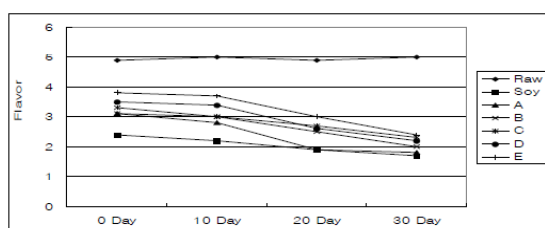
Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 21. The change of sensory score of body and texture content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 22. The change of sensory score of appearance content during 30 days at 4°C.



Raw : raw milk
Soy : soy milk
A : mixture of soy milk : raw milk = 1:1
B : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 2)
C : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 3)
D : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 4)
E : mixture of soy milk : raw milk(Ultrafiltration 5)

Fig. 23. The change of sensory score of flavor content during 30 days at 4°C.

간 동안 저하되는 걸 볼 수 있다.

전체적으로 두유보다는 원유의 함량에 따라서 관능적인 상태에 영향을 미치는 걸 볼 수 있었다. 처리구에서는 저장 기간 동안 대조구에서는 거의 볼 수 없었던 부패를 확인할 수 있었다. 치즈의 풍미에 있어서 역할을 하는 것은 지방산으로서 숙성기간 중에 지방분해 효소에 의해서 아세트릭, 프로피오닉, 뷰트릭, 발레릭, 캐프로익, 캐프릭, 캐리릭산 등

과 같은 휘발성 지방산과 아세톤, 아세트알데하이드, 포말알데하이드, 벤젠 알데하이드, 2 헵타논 등과 같은 휘발성 카보닐 화합물을 생성하며, 특히 숙성 중에 축적되는 휘발성 유리지방산은 치즈 풍미에 결정적 역할을 한다(Kristofferson and Goul, 1958).

치즈의 적절한 관능 특성은 카제인, 지방 및 수분 함량 같은 3가지 성분의 비율 및 상태에 의해서 주로 결정된다. 이들 3가지 성분은 원재료, 제조공정 및 숙성조건에 대해서 단계적으로 복합적인 기능을 발휘한다. 따라서 치즈 제조 시에는 이러한 여러 가지 조건을 고려해야만 한다.

참고문헌

1. A.O.A.C. 1995. "Official method of analysis" 16th ed., Association of Official Chemists, Washington D. C.
2. Alvarez, R. J. 1986. Expectations of Italian cheese in the pizza industry. Proc. 23rd Anny. Marshall Invit. Ital. Cheese Seminar., Madison. WI.
3. Bodyfelt, F. W., Tobias, J. and Trout, G. M. 1965. The sensory evaluation of dairy products. Van Nortrand Reinhold 115 Fifth Avenue New York.
4. Bourne, M. C. 1978. Texture profile analysis. Food Technol. 32:62-66, 72.
5. Christensen, T. M. I. E., Kristiansen, K. R. and Werner, H. 1991. Casein hydrolysis in cheese manufactured traditionally and by ultrafiltration technique. Milchwissenschaft 46:279-283.
6. Elwood, P. C., Netwon, D., Eskins, J. D. and Brown, D. A. 1968. Absorption of iron from bread. A. J. Clin. Nutr. 21:1162-1169.
7. Farkey, N. Y., Fox, P. F., Fitzgerald, G. F. and Daly, C. 1990. Proteolysis in Mozzarella cheese during refrigerated storage. J. Dairy Sci. 74:1433-1438.
8. Farkye, N. Y., Kiely, L. J., Allshouse, R. D. and Kindstedt, P. S. 1991. Proteolysis in Mozzarella cheese during refrigerated storage. J. Dairy Sci. 74:1433-1438.
9. Fifi, R. L., McMahon, D. J. and Oberg, C. J. 1966. Functionality of low fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 79:1903-1910.
10. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. and McSweeney, P. L. H.. 2000. Fundamentals of cheese science. An Aspen Publication. USA.
11. Giese, J. 1994. Protein as ingredients: types, functions, applications. Food Technol. 10:50-60.

12. Gupta, V. K. and Reuter, H. 1987. Studies on the ultra-filtration of cheese whey for the manufacture of whey protein concentrates. *Kieler Mikchw Forsch. Btr.* 39:39.
13. Guyton, A. C. 1966. Text book of medical physiology (3rd Ed.). Saunders Co.
14. Heo, T. R. 1994. Cheese and health: Review. *Korean J. Food Sci. Resource.* 14:105-109.
15. Jameson, G. W. 1983. Some recent advances in cheese technology. *CSIRO Fd Res. Q.* 43:57-66.
16. Kim, J. U., Song, K. Y., Seo, K. H. and Yoon, Y. C. 2012. Effects of added WPC and WP on the quality and shelf life of Tofu. *Korean J. Dairy Sci. Technol.* 30: 93-109.
17. Kindstedt, P. S. and Fox, P. F. 1991. Modified gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. *J. Food Sci.* 56:1115-1116.
18. Kindstedt, P. S., Rippe, J. K. and Duthie, C. M. 1989. Application of helical viscometry to study commercial Mozzarella cheese melting properties. *J. Dairy Sci.* 72: 3123-3128.
19. Korea Dairy Handbook. 2000. Korea Dairy Committee under Ministry of Agriculture and Forestry, p 116-119 (<http://www.dairy.co.kr>)
20. Kosikowski, F. V. 1982. Cottage cheese from highly heatly heated milks supplemented with ultrafiltered skim milk retentates. *J. Dairy Sci.* 65(Suppl. 1): 73.
21. Kosikowski, F. V. and Mistry, V. V. 1997. Cheese and fermented milk foods, 3th ed., p.174-193, 353-378. 500-519. Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, MI.
22. Kristofferson, T. and Goul, I. A. 1958. Characteristics Cheddar cheese flavor in relation to hydrogen sulfide and free fatty acids. *J. Dairy Sci.* 41:717(Abstrs).
23. Laemmli, U. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227:680-684.
24. Lang, K. 1979. "Biochemie der Ernährung" 4 Auflage, Dr. Dietrich Steinkoff verlag, Clarmstadt. 337.
25. Merrill, R. K., Oberg, C. J. and McMahon, D. J. 1994. A method for manufacturing reduced fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 77:1783-1789.
26. Nilson, K. M. and LaClair, F. A. 1975. Direct salting and automation. *Dairy and Ice Cream Field* 158:56-60.
27. Partridge, J. A. 1980. Effects of prolonged storage of pasteurized milk on the quality and yield of Mozzarella evaluation. *J. Food Sci.* 49:1158-1162.
28. Peter, J. P. and Elliot, J. M. 1984. Effect of cobalt or hydroxyl cobalamin supplementation on vitamin B₁₂ content and (S)-methylmalonyl-CoA mutase activity of tissue from cobalt-depleted. *J. Nutr.* 114:660-670.
29. Renner, E. 1983. Milk and dairy products in human nutrition. W-GmbH. Volkswirtschaftlicher Verlag, Munchen.
30. Rudan, M. A., Barbano, D. M. and Kindstedt, P. S. 1998. Effect of fat replacer (Salatrim[®]) on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of reduced fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 81:2077-2088.
31. Smith, C. E., Rosenau, J. R. and Peleg, M. 1980. Evaluation of the flowability of melted Mozzarella cheese by capillary rheometry. *J. Food Sci.* 45:1141-1145.
32. Smith, A. K. and Circle, S. J. 1972. Soybeans: Chemistry and technology. Table 7.7 page 219. AVI publishing. Westport, Connecticut. USA.
33. Song, K. Y., Seo, K. H., Lee, S. K., Han, S. E., Kim, M. H., Kim, S. H., Mok, B. R. and Yoon, Y. C. 2011. The quality of Mozzarella cheese made by concentrated milk from ultrafiltration. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31:907-913.
34. Tamine, A. Y. and Robinson, R. K. 1985. Yoghurt science and technology. Pergamon Press, New York.
35. Taranto, M. V. and Yang, C-S. T. 1981. Morphological and textural characterization of soybean Mozzarella cheese analogs. *Scanning Electron Microsc.* 3:483-492.
36. Trepanier, G., Simard, R. E. and Lee, B. H. 1991. Effect of added lactiobacilli on composition and texture of Cheddar cheese during accelerated maturation. *J. Food Sci.* 56:696-700.
37. Tuink, M. H., Malin, E. L., Smith, P. W., Shien, J. J., Sullivan, B. C., Mackey, K. L. and Holsinger, V. H. 1993. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheese prepared from homogenized milk. *J. Dairy Sci.* 76:3621-3628.
38. Tunick, M. H., Mackey, K. L., Smith, P. W. and Holsinger, V. H. 1991. Effects of composition and storage on the texture of Mozzarella cheese. *Neth. Milk and Dairy J.* 45:117-125.
39. Yan, S. H., Hill, C. G. and Amudson, C. H. 1979. Ultra-filtration of whole milk. *J. Dairy Sci.* 62:23-40.
40. Yang, C-S. T. and Taranto, M. V. 1982. Textural properties of Mozzarella cheese analogs manufactured from soybeans.

- J. Food Sci. 47:906-910.
41. Yun, J. J., Barbano, D. M., Kiely, L. J. and Kindstedt, P. S. 1995. Mozzarella cheese: impact of rod : coccus ratio on composition, proteolysis, and functional properties. J. Dairy Sci. 78:751-760.
42. Yun, J. J., Barbano, D. M., Kindstedt, P. S. and Larose, K. L. 1993. Mozzarella cheese: impact of whey pH at draining on chemical composition, proteolysis, and functional properties. J. Dairy Sci. 76:3629-3648.

(Received: January 4, 2013 / Accepted: May 15, 2013)