



다양한 유청제품인 WP, WPC 34, WPC 80, DWP, LP를 Soymilk에 첨가하여 제조된 Mozzarella Cheese Analogue의 저장 중 품질 변화에 관한 연구

†진우승¹ · †송광영² · 서건호² · 윤여창^{1*}

¹건국대학교 동물생명과학대학 축산식품생명공학전공

²건국대학교 수의과대학 및 KU 식품안전연구소

Quality of Mozzarella Cheese Analogues Prepared from Soy Milk with WP, WPC 34, WPC 80, DWP, or LP during the Storage Period

†Woo-Seung Jin¹, †Kwang-Young Song², Kun-Ho Seo² and Yoh-Chang Yoon^{1*}

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

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

Abstract

The purpose of this study was to develop Mozzarella cheese analogues by using dairy products in the form of WPC 34, WPC 80, whey protein, demineralized whey powder, and lactose powder along with soy milk. Soy milk was separately blended with 5% WPC 34 (A), WPC 80 (B), DWP (C), WP (D), and LP (E) and also with 10% WPC 34 (F), WPC 80 (G), DWP (H), WP (I), and LP (J). Blending of soy milk and whey products showed that increase in the proportions of whey products (WPC 34, WPC 80, DWP, WP, and LP) led to increase in the protein, lactose, and SNF levels of the admixture. A decrease in fat content was observed for all cheeses prepared from mixtures, relative to those for the control cheese. The nitrogen content within analogue samples was higher than that in the control cheese and increased with increase in the proportions of whey products within soy milk. Higher water soluble nitrogen levels were observed in cheese prepared from whey-product-blended soy milk than in the control cheese. The non-protein nitrogen level within the control Mozzarella cheese was significantly lower than that in the Mozzarella analogues, and, in the case of cheese analogues, it increased with increase in the proportion of whey products in soy milk. With regard to the physicochemical and sensory qualities of the Mozzarella cheese analogues and control cheese, the pH of all analogue samples, with the exception of the cheese prepared from group G, was lower than that of the control Mozzarella cheese. Rheological studies showed that the hardness of Mozzarella cheese analogues was lower than that of the control Mozzarella, while the elasticity, cohesiveness, and brittleness of the analogues was higher. The control sample had a higher meltability level than any of the Mozzarella analogues. Mozzarella cheese prepared with the traditional method had higher browning and stretching levels than all the cheese analogues, but a lower oiling-off level.

Keywords: Mozzarella cheese analogue, whey products, manufacture, quality, storage

[†] 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

서론

모짜렐라 치즈는 이태리의 대표적인 치즈로서, 유럽에서 유일하게 물소가 서식하는 남부 이태리 Napoli 지방에서 물

소의 젖으로 만들었다(Song *et al.*, 2012). 그러나 오늘날에는 우유 혹은 단백질의 일부를 대체한 공정에 의하여 대량 생산되고 있다 (Ferris, 1981). 치즈의 수요는 점차 증가하고 있으나, 가격이 비교적 높아서 유성분이 포함하지 않는 cheese analog를 제조할 필요성이 대두되었다. 유제품의 한정적인 공급과 높은 가격 때문에 대두 단백질이 모짜렐라 치즈 아날로그의 제조에 사용되곤 했다(Taranto and Yang, 1981). 식물성 단백질 중 대두단백질은 동물성 단백질에 뒤떨어지지 않을 정도로 영양가가 높은 뿐만 아니라, 그 값이 싸서 한국을 위시하여 동물성 단백질이 부족한 여러나라에서 중요한 단백질원으로 되어 있다. 우유 대신 저렴하고 풍부한 식물성 단백질의 공급원인 대두를 이용한 식물성 치즈의 개발도 시도되어 왔다(Park *et al.*, 1988). 대두는 최근 기능성 식품에 대한 관심이 세계적으로 증가하는 추세와 더불어 새로운 관심을 끄는 대표적인 건강기능성 식품소재라 할 수 있으며, 영양학적 측면뿐만 아니라 항암, 항동맥경화 효과, 혈당 강화, 항균 효과 등 다양한 건강기능성 생리활성이 있는 것으로 알려지고 있다(Kwon, 1999). 대두는 1950년대 이래 그 영양적 가치와 함께 경제적 중요성이 인식되면서 중요한 식량자원으로 각광을 받고 있으며, 새로운 대두 이용방안으로 두유를 원료로 한 치즈 유사제품에 관한 연구가 진행되어 오고 있는 바, 이는 두유의 영양가나 기타 성질이 우유와 비슷하고(Yang and Taranto, 1982), 가격은 우유에 비해 저렴하다는 점에 착안된 것이다(Coppock, 1974). 그러나 이런 방법에 의해 제조된 대두치즈는 풍미나 조직, 색 등의 품질 면에서 결점이 많아, 본격적인 이용에 큰 제약을 받고 있다. Suhroder와 Jackson(1971)은 이 같은 문제점을 개선하기 위해서 두유에 탈지분말을 제조 중량의 0~75% 되게 첨가하여 치즈를 제조하였으나, 치즈의 풍미나 조직을 크게 개선시키지 못했다. Kim과 Lee(1984, 1985)은 두유에 치즈 제조시 부산물로 얻어지는 유청을 첨가함으로써 대두치즈의 풍미와 조직개선의 기능성을 조사하였다.

유청이란 치즈를 제조하거나 식품 및 공산품에 사용되는 casein을 생산하기 위하여 우유를 응유효소나 산으로 응고시킨 후 형성된 curd를 분리해 낼 때 얻어지는 액상 부분을 말한다(Dybing and Smith, 1991). 치즈 1 kg을 얻기 위해 생산되는 평균 유청의 양은 치즈 양의 10배인 10 kg이 된다고 보고하고 있으며(Ronsivallic and Vieira, 1990), 유청은 가공식품에서 다양한 기능성을 발휘하고 영양이 풍부한 매우 경제적인 원료이며, 유청제품에 색과 향미를 좋게 해 주고 흡수성을 높여준다(Delaney, 1979). 유청에는 유당과 비타민, 무기질, 필수아미노산, 젖산 및 효소들이 포함되어 있고, 우수한 유화작용, 거품 생성, 기포 생성, 젤라틴화, 용해성, 영양적, 생활동적 기능 등의 다양한 기능을 내재한

단백질이 풍부한 혼합물을 포함하고 있다. 여러 기능적인 특성으로 인하여 과거에는 폐기 처분되었던 물질이 최근에는 새로운 식품재료와 식품첨가물로써 이용가치가 높다(Park *et al.*, 1988). 유청의 주요 단백질을 알파 락트알부민, 베타 락토글로블린이며, 이들이 유청단백질의 70~80%를 차지하고 있다. 이외의 단백질 성분들은 혈청알부민, 락토페록시다아제, 면역글로블린, 성장요소, 다수의 생활동요소 그리고 효소 등이다(Lagrange, 1998). 유청단백질은 유청 주층 고형분의 약 10~12%를 차지한다. 유청단백질은 영양, 건강 그리고 안정성에 관한 주요 문제들이 성공적인 제품 개발을 유도하고 있다(Lagrange, 1998). Moduler와 Harwalkar (1981)는 유청에 존재하는 단백질을 회수하기 위해서 열처리와 한외여과법을 이용하여 유청단백질 농축물(whey protein concentrate, WPC)을 제조하였다. 유청단백질을 정제하기 위해 보통 sulfopropyl과 quarternary aminoethyl bead를 이용한 이온교환 크로마토그래피를 많이 사용하는 것으로 보고되었다(Etzel, 1995). 최근에 유청을 농축, 건조하는 이외에 각종 membrane을 이용하여 유청 성분을 농축 또는 분리시킬 수 있는 한외여과, 역삼투, 전기투석 등의 막분리 방법을 사용하는 기술이 많이 개발되어 사용되고 있으며, 이와 같은 여러가지 방법으로 제조된 각종 유청 제품은 그 용도가 매우 광범위하다. 유청을 한외여과 방법으로 농축한 농축유청이나 이를 건조한 유청분말은 다시 치즈 제조시 첨가하거나 여러 식품 제조시 원료로 사용할 수 있다(Lee, 1981). 농축유청단백질 34%(WPC 34)의 조성비율은 단백질 34~36%, 유당 48~52%, 무기질 6.5~8%이며, 유고형분과 단백질을 얻을 수 있고, 유제품 원료로 사용할 때 제조비용을 낮출 수 있다. 농축유청단백질 80%(WPC 80)의 조성비율은 단백질 80~82%, 유당 4~8%, 무기질 3~4%이고, 고품질의 단백질을 얻을 수 있으며, 열고정력(heat-setting)과 젤 형성 능력이 좋다. 유청 분말(whey powder, WP)의 조성비율은 단백질 11~13.5%, 유당 61~70%, 무기질 8~12.3%이며, 유고형분을 얻을 수 있고, 칼슘 함량이 높다. 탈염 유청분말(demineralized whey powder, DWP)의 조성비율은 단백질 11~15%, 유당 70~80%, 무기질 1~3%이며, 낮은 무기질 함량과 높은 유당 함량이 영양적으로나 풍미의 이유로 요구될 때 경제적인 유고형분 원료이다. 유당 분말(lactose powder, LP)의 조성비율은 단백질 0.1%, 유당 98%, 무기질 0.1~0.3%이며, 조제분유에서 천연적인 탄수화물 에너지원으로 역할을 한다(Lagrange, 1998).

본 실험에서는 두유로 만든 모짜렐라 치즈 아날로그의 조직과 풍미를 향상시키기 위해 치즈 제조시 얻게 되는 유청제품인 농축유청단백질(WPC), WPC 34, WPC 80, Whey powder, 탈염유청분말(DWP), 유당분말(LP)를 두유와 각각

일정비율로 혼합하여 살균, 혼합, 냉각, 정치, 성형, 건조 및 포장한 모짜렐라 치즈 아날로그를 제조하고, 4°C에서 30일간 저장하여 저장 중의 성분 변화를 분석하고, 재래식 방법으로 제조한 모짜렐라 치즈와 비교하여 모짜렐라 치즈 아날로그의 조직과 풍미(기호성) 및 이화학적 특성과 이용가능성을 알아보기 위하여 본 실험을 수행하게 되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

각종 원유검사에서 합격한 양질의 원유(raw milk)를 건국유업에서 구입하여 사용하였고, 농협에서 판매되는 백태(soy)를 구입하여 Shin 등(2012)의 방법으로 두유(soymilk)를 제조하였다. 유청제품인 농축유청단백질(WPC), WPC 34, WPC 80, Whey powder, 탈염유청분말(DWP), 유당분말(LP)은 삼익유가공(주)으로부터 구입하여 사용하였다.

2. Mozzarella Cheese Analogue 제조

대조구는 원유를 공시재료로 모짜렐라 치즈를 전통적인 방법에 의해 제조하고(Kosikowski, 1982), 처리구는 대두단백을 이용하여 두유를 제조한 후 soy base로 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그와 그 두유와 WP, WPC 34, WPC 80, DWP, LP를 일정비율로 혼합시킨 혼합액을 살균(80°C/20분), 냉각(4°C), 정치, 성형, 건조 및 포장한 후 분석실험을 하였다(Fig. 1). 원유와 두유 그리고 첨가제의 혼합비율은 Table 1에 나타나 있다. 안정제를 첨가한 후 만든 모짜렐

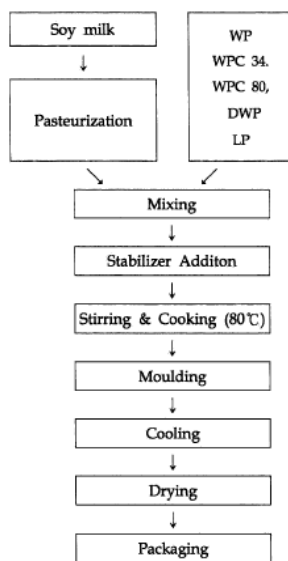


Fig. 1. The manufacturing procedure of Mozzarella cheese analog by mixture.

Table 1. Rate of mixture with raw milk, soy milk, WPC 34, WPC 80, DWP, WP and LP

Mixture ratio		Sample
Controls	Raw milk	R
	Soy milk	S
	Soy milk : WPC 34 = 100:5	A
	Soy milk : WPC 80 = 100:5	B
	Soy milk : DWP = 100:5	C
	Soy milk : WP = 100:5	D
Treatments	Soy milk : LP = 100:5	E
	Soy milk : WPC 34 = 100:10	F
	Soy milk : WPC 80 = 100:10	G
	Soy milk : DWP = 100:10	H
	Soy milk : WP = 100:10	I
	Soy milk : LP = 100:10	J

WPC 34, WPC 80: Whey protein concentrates, WPCs

DWP: Demineralized whey power

WP: Whey power

LP: Lactose power

라 치즈 아날로그를 4°C에서 30일간 보관하면서 매 10일마다 샘플을 비교 분석하였다.

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

공시재료인 원유, 두유, 혼합액(WP, WPC 34, WPC 80, DWP, LP와 두유를 각각 살균한 후 혼합한 것)의 일반성분은 Dairy Lab 2(Bentley II, Bentley Co. USA)를 이용하여 지방, 단백질, 유당, 무지고형분을 분석하였다.

4. 모짜렐라 치즈 아날로그의 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) 총고형분은 칭량용기에 치즈 5 g을 넣고 105°C에서 24시간 건조후 무게를 측정하여 고형분 함량을 산출하였고, (3) 회분은 도가니에 치즈 5 g을 넣고 550°C 회화법으로 5시간 회화한 후 회백색의 회분을 측정하여 회분 함량을 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 질소 함량을 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 측정은 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 5가지 항목에 대해서 조사를 하였다.

5. 통계분석(Analysis of Statistics).

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

결과 및 고찰

1. 원유, 두유 및 혼합액 성분 분석

전통적인 모짜렐라 치즈 제조의 원유 및 모짜렐라 치즈 아날로그 제조의 두유, 혼합액의 일반성분 결과는 Fig. 2에 나타나 있다.

Fig. 2에서 볼 수 있듯이 대조구 원유의 성분은 지방 4.04%, 단백질 3.15%, 유당 4.45%, 무지고형분 8.32%이었다. Fernandes와 Kosikowski(1986)이 제시한 원료유의 일반 성분 중 총 고형분 12.15%, 지방 3.40%, 단백질 3.34%와 비슷한 값을 나타냈다. 두유의 수분 함량은 94.0%로 나타났으며, Kim과 Lee(1985)의 94.3%와 비슷한 값을 나타냈다. 치즈 수율에 영향을 주는 두유의 단백질 함량은 3.21%로 We와 Baker(1971)이 제시한 3.20%와 같은 값을 나타냈다. 두유의 조지방 함량은 원유의 지방 4.04%보다 낮은 1.50%로 Kim과 Lee(1985)의 1.30%보다 높게 나타났다.

첨가제로 쓰인 WP, WPC 34, WPC 80, DWP, LP의 수분 함량은 두유보다 적었으며, 각 첨가제의 첨가량이 많을수록 수분 함량이 감소하였고, 무지고형분 함량은 두유 4.50%로 나타났으며, WP를 10% 첨가한 샘플 H에서는 12.21%까지 증가하였다. 조단백질은 각 첨가제의 특성이 잘 나타났으며,

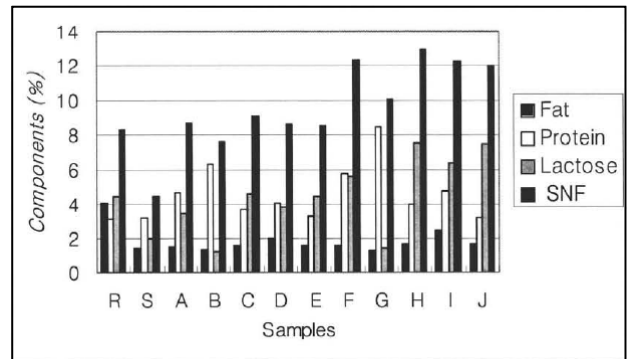


Fig. 2. Comparison of general components in raw materials.

원유 3.15%, 두유 3.21%로 나타났다. 단백질 함량이 높은 WPC 80을 10% 첨가한 샘플 G에서는 8.49%까지 증가하였다. 조지방 함량은 원유 4.04%, 두유 1.50%로 나타났으며, WP를 10% 첨가한 샘플 H에서는 2.46%로 원유보다는 낮았으나 두유보다는 높게 나타났다. 유당 함량은 원유 4.45%, 두유 2.02%로 나타났으며, LP를 10% 첨가한 샘플 J에서는 7.44%까지 증가하였다. 즉, 첨가제 WP, WPC 34, WPC 80, DWP, LP를 두유에 첨가시 수분을 제외하고는 모든 성분이 두유보다 높게 나타났다. 본 실험 결과로 보아 두유에 첨가한 WP, WPC 34, WPC 80, DWP, LP이 각각의 특성이 단백질, 지방, 유당, 고형분에서 확연히 나타나는 것을 볼 수 있다.

2. 모짜렐라 치즈 아날로그의 일반성분

1) 총 고형분 (Total Solid)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 총 고형분 함량 변화는 Table 2에 나타나 있다.

원유로 제조한 모짜렐라 치즈의 총 고형분은 45.2%로 나타났다. 두유에 WPC 80을 10% 첨가하여 제조한 처리구 샘플 G에서 45.81%로 가장 높게 나타났으며, DWP를 5% 첨가한 샘플 C에서는 42.50%로 가장 낮게 나타났다. 다른 샘플들은 43.57~45.40%로 비슷하게 나타났다. 모든 샘플의 총 고형분 함량은 대조구와 처리구간 그리고 저장기간에 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

모든 샘플들의 저장기간 동안 총 고형분 함량은 증가를 보였는데, 이는 저장 기간 중 수분 증발에 의한 것으로 사료된다. Farkte 등(1991)은 14일 동안 저장하면서 수분 함량을 조사하였는데, 본 실험과 비슷하게 수분 함량 감소를 보고하였다. Matsuoka 등(1967)은 처음 수분이 함량이 75%에서 3주간 숙성 후에는 65%로 감소하였다고 보고하였다. Kim과 Lee(1985)에 의하면 숙성 중 수분 함량의 변화는 치즈 제조시 압착 정도에 따라 상당한 차이가 있다고 하였다.

Table 2. The change of total solid content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	45.20	45.70	46.20	46.30
S	45.00	47.45	47.88	47.97
A	43.86	46.21	45.08	45.18
B	45.14	44.22	44.25	44.51
C	42.50	43.54	43.48	43.85
D	44.44	46.22	44.82	44.93
E	43.57	46.76	44.22	44.29
F	45.40	48.80	45.80	45.81
G	45.81	46.93	45.91	46.02
H	45.14	46.40	45.92	45.94
I	44.51	46.10	44.51	44.53
J	44.51	46.60	45.13	45.22

두유로만 제조한 샘플에서 저장기간 중 가장 높은 총 고형분 증가를 보였다. 그리고 모든 샘플은 저장기간 동안 완만한 증가량을 보였다. 이는 저장기간 동안 급격한 온도 변화에 의한 수분 증발에 의한 것으로 사료된다.

2) 회분

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 회분 함량 변화는 Table 3에 나타나 있다.

원유로 제조한 모짜렐라 치즈의 회분 함량은 1.60%, 두유로 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그의 회분 함량은 1.50%로 비슷하게 나타났다. 두유 및 유청제품을 혼합하여 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그는 샘플 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J는 각각 1.00, 0.99, 0.99, 0.97, 0.99, 1.18, 1.19, 0.99, 1.19, 0.97%를 나타내었으며, 샘플 B, C, D, E, H, J는 회분 함량이 1% 미만으로 나타났다. 유청제품을 첨가할수록 회분 함량이 낮아지는 것으로 나타났다. 모든 샘플의 회분 함량은 대조구와 처리구간 그리고 저장기간에 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

대조구가 회분 함량이 가장 높았고, 처리구 중 각 성분을 10%로 첨가한 샘플 F, G, H, I, J가 각 5%로 첨가한 샘플 A, B, C, D, E보다 회분 함량이 더 높은 것으로 나타났다. Covacevich와 Kosikowski(1978)의 연구에서 전통적인 방법에 의해서 만들어진 모짜렐라 치즈 회분 함량은 2.9%, Kim과 Lee(1985)의 두유 모짜렐라 치즈 아날로그의 회분 함량은 1.96%로 나타났으며, 본 실험에서는 두유에 유청 제품들을 혼합하여 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그 모든 샘플에서 0.97~1.19%로 낮게 나타났다. 모든 샘플들이 저장기간 동안 회분의 함량은 고도의 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

Table 3. The change of ash content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	1.60	1.62	1.64	1.64
S	1.50	1.52	1.53	1.53
A	1.00	1.00	1.00	0.99
B	0.99	0.99	1.00	0.99
C	0.99	0.99	0.99	1.00
D	0.97	0.99	1.00	1.00
E	0.99	0.99	1.00	0.99
F	1.18	1.20	1.20	1.19
G	1.19	1.20	1.20	1.20
H	0.99	0.99	1.00	1.00
I	1.19	1.19	1.20	1.20
J	0.97	1.00	0.99	1.00

각 샘플의 회분 함량이 아주 미미하였기 때문에 함량에 별 차이가 없다고 사료된다.

3) 지방(Fat)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 지방 함량 변화는 Table 4에 나타나 있다. 모든 샘플의 지방 함량은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

본 실험에서는 Soy base의 지방 함량을 4%로 조정하여 제조하였다. 대조구의 지방 함량은 24.30%로 가장 높았으며, 처리구 모든 샘플들은 지방 함량은 2.16~2.44%로 대조구보다 월등히 낮은 것으로 나타났다. 그리고 처리구 간의 지방 함량의 차이는 변화가 없었다. 이는 두유의 낮은 지방

Table 4. The change of fat content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	24.39	24.29	24.26	24.26
S	2.44	2.44	2.56	2.33
A	2.50	2.33	2.38	2.33
B	2.00	2.17	2.50	2.33
C	2.22	2.27	2.38	2.38
D	2.13	1.92	2.38	2.38
E	2.27	2.27	2.44	2.33
F	2.63	2.33	2.27	2.22
G	1.72	2.33	2.38	2.22
H	1.85	2.22	2.33	2.27
I	2.50	2.27	2.38	2.22
J	2.38	2.27	2.38	2.22

함량과 soy base에 첨가한 지방량이 현저히 낮았기 때문인 것으로 사료된다.

모든 샘플의 지방 함량은 저장기간 동안 유의차를 나타내었다($p < 0.01$). 모든 샘플들이 저장기간 동안에는 지방 함량의 변화는 아주 적었다. Fox 등(2000)은 지방이 풍부한 치즈는 제품의 물리적인 성질(조직, 물성)과 소비자들의 기호성에 많은 영향을 준다고 보고하였다. 본 실험에서 나타난 결과로 두유와 첨가제를 혼합하여 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그의 지방 함량은 우유로 만든 모짜렐라 치즈보다 현저히 낮아 기호성에는 떨어지지만, 저지방 치즈로 다이어트 및 기호성 제품으로 활용 가능할 것으로 사료된다.

4) 유당(Lactose)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 유당 함량 변화는 Table 5에 나타나 있다. 모든 샘플의 유당 함량은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

원유로 제조한 모짜렐라 치즈의 유당 함량은 1.65%이었으며, 이는 Covacevich와 Kosikowski(1978)의 연구에서 전통적인 방법에 의해서 만들어진 모짜렐라 치즈의 유당 함량 2.1%보다 낮았다. 두유로 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그의 유당 함량은 훨씬 적은 0.22%이며, LP를 10% 첨가한 샘플 J는 5.05%로 월등히 높았다. DWP, WPC 34를 10% 첨가한 샘플 F, H는 각각 3.78, 3.68%로 대조구보다 높았는데, 이는 유당 함량이 높은 원료를 첨가한 것으로서 유당이 각 처리구에 바로 전이된 것으로 생각된다.

모든 샘플들의 유당 함량은 저장기간 동안 유의차를 나타내었다($p < 0.01$). 샘플 A, F, G, H, I는 저장기간 동안에

증가하였으며, 다른 샘플 R, S, B, C, D, E, J는 저장기간 동안 유당 함량이 감소하거나 비슷하였다. 각 샘플마다 매우 적은 변화를 보였기 때문에 저장기간 중의 유당의 함량 변화에는 별 차이가 없어 보였다.

5) 단백질(Protein)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 단백질 함량 변화는 Table 6에 나타나 있다. 모든 샘플들의 단백질 함량은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

두유에 WPC 80을 10% 첨가 제조한 샘플 G의 단백질 함량이 27.50%로 가장 높게 나타났고, 그 다음 WPC 80을 5% 첨가 제조한 샘플 B가 26.26%, 두유만으로 제조한 샘플 S는 25.89% 순으로 높게 나타났으며, 원유로만 제조한 대조구의 단백질 함량이 21.15%로 가장 낮게 나타내었다. 두유에 첨가한 첨가제의 대부분이 유청단백질의 제품들로서 단백질의 함량이 높았기 때문인 것으로 사료되며, 첨가제로 쓰인 WP, WPC 34, WPC 80, DWP의 단백질 함량(13%, 34%, 80%, 13%)이 원유 단백질 함량(3.3%)보다 매우 높기 때문인 것으로 사료된다.

모든 샘플들의 단백질 함량은 저장기간 동안 유의차를 나타내었다($p < 0.01$). 저장기간 동안 모든 샘플들의 단백질의 함량은 약간의 감소 경향을 나타내었다, 저장기간 동안 대조구의 단백질 함량의 감소는 현저하게 나타내었으나, 처리구의 감소량은 매우 적은 것으로 나타났다. 이는 유산균에 의한 단백질 분해가 일어났기 때문이라고 사료된다(Tamine and Robinson, 1985). 본 실험에서 모든 처리구의 조단백질 함량은 약 23~27%로 나타나, 대조구에 비하여 처리구의 조단백질 함량이 높게 나타났다.

Table 5. The change of lactose content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	1.68	1.67	1.63	1.61
S	0.22	0.22	0.21	0.19
A	2.55	2.58	2.26	2.26
B	0.58	0.58	0.72	0.59
C	2.57	2.72	2.26	2.41
D	0.57	0.58	0.58	0.48
E	2.73	3.03	2.55	2.57
F	3.83	3.65	3.68	3.99
G	0.27	0.57	0.27	0.58
H	3.51	3.55	3.67	3.98
I	3.52	3.05	3.04	3.69
J	4.97	5.30	4.95	4.97

Table 6. The change of protein content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	21.72	21.68	20.86	20.35
S	26.16	26.16	25.69	25.58
A	25.52	25.53	25.29	25.11
B	26.57	26.04	26.55	25.89
C	24.98	24.63	24.88	24.55
D	24.32	24.76	24.85	23.89
E	23.84	23.89	23.60	23.79
F	24.76	24.56	25.17	25.25
G	27.44	27.48	27.73	27.36
H	24.39	24.78	24.33	24.24
I	24.92	24.83	24.16	24.11
J	23.63	23.79	23.63	23.01

6) 수용성 질소화합물(water soluble nitrogen; WSN)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 수용성 질소화합물 함량 변화는 Table 7에 나타나 있다. 모든 샘플들의 수용성 질소화합물 함량은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$).

샘플 R, S 및 두유에 WPC 80을 10% 첨가한 샘플 G의 수용성 질소 함량은 0.165%로 가장 높았고, DWP를 5% 첨가한 샘플 D는 0.137%로 가장 낮았다. 모든 샘플들의 수용성 질소화합물 함량은 저장기간 동안 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 원유로 제조한 모짜렐라 치즈의 수용성 질소화합물은 저장기간 동안 급격히 증가한 반면, 두유와 유청 제품들을 혼합하여 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그는 저장기간 동안 완만한 증가를 보였다. 수용성 질소화합물에는 수많은 중소형 크기의 펩타이드, 아미노산 그리고 아미노산 분해물들로 구성되어 있다. 수용성 질소화합물을 생산하는 가장 중요한 단백분해제는 chymosin이라는 응고제이다. 수용성 질소화합물은 보통 총 질소화합물로 나눈 값으로 나타내는데, 숙성 중에는 증가한다(Fox *et al.*, 2000). Rudan 등(1999)은 지방이 감소되어도 수용성 질소화합물 함량은 저장기간 중에 증가하였다고 보고하였다. 또한 Barlow 등(1989)은 4°C 저장시에는 치즈 커드 형성 과정에서 생산해낸 효소의 작용과 4°C 보관 중 저온 세균이 생산해낸 단백질 분해효소에 의해 수용성 질소화합물이 증가된다고 보고하였다. 본 실험에서도 이와 비슷한 경향을 보였다.

7) 비단백태 질소화합물(non-protein nitrogen : NPN)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 비단백태 질소화합물 함량 변화는 Table 8에 나타나 있다. 모든 샘플들의 비

Table 7. The change of WSN content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	0.10	0.12	0.21	0.23
S	0.14	0.16	0.16	0.19
A	0.11	0.13	0.17	0.17
B	0.12	0.13	0.15	0.16
C	0.12	0.13	0.16	0.16
D	0.13	0.12	0.15	0.15
E	0.11	0.16	0.18	0.18
F	0.11	0.13	0.17	0.18
G	0.15	0.15	0.19	0.17
H	0.14	0.15	0.17	0.17
I	0.11	0.14	0.17	0.18
J	0.11	0.13	0.16	0.18

Table 8. The change of NPN content during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	0.08	0.11	0.14	0.20
S	0.82	0.83	0.93	0.95
A	0.86	0.95	0.97	1.10
B	0.96	0.97	1.05	1.05
C	0.83	0.93	0.99	1.10
D	1.03	1.04	1.00	1.12
E	1.02	1.02	1.01	1.03
F	1.03	1.03	1.03	1.04
G	1.05	1.22	1.23	1.21
H	0.82	1.07	1.10	1.14
I	0.83	1.01	1.01	1.03
J	0.94	0.97	1.03	1.12

단백태 질소화합물 함량은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$).

두유에 WPC 80을 10% 첨가한 샘플 G의 비단백태 질소화합물 함량은 1.177%로 가장 높았으며, 대조구의 비단백태 질소화합물 함량은 0.132%로 가장 낮았다. 처리구 샘플들의 0.88~1.17%에 비해 대조구와의 차이가 많이 나는 것으로 보였다.

모든 샘플들의 비단백태 질소화합물 함량은 저장기간 동안 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 샘플 B, F, G, I 들은 저장기간 동안 비단백태 질소화합물의 변화에는 큰 차이가 없었으며, 샘플 R, S, A, C, D, H, J에서는 비단백태 질소화합물이 증가하는 경향을 보였다. Renner(1993)는 비단백태 질소화합물은 우유 중의 저온균이 생성하는 단백질 분해효소에 의해 유단백질이 분해되어 생성되는 물질이며, 비단백태 질소화합물 함량이 증가되어 0.06% 정도가 되면 쓴맛을 유발한다고 보고하였다. 모든 샘플에서 모짜렐라 치즈 아날로그의 숙성 정도가 비슷한 것은 유산균의 단백질 분해가 작기 때문이라 생각된다. 즉, 유청에 의해 유산균의 생육은 촉진되어 산은 많이 생성되나, 단백분해력이 작은 까닭에 숙성되는 정도는 처리구 모든 샘플들이 비슷하다고 사료된다.

3. 모짜렐라 치즈 아날로그의 이화학적 성질 분석

1) PH 및 적정산도(TA)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 pH의 변화는 Table 9에 나타나 있고, 각 샘플간의 적정산도(TA)의 변화는 Table 10에 나타나 있다. 모든 샘플들의 대조구와 처리구간 및 저

Table 9. The change of pH during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	6.52	6.43	6.24	6.10
S	5.30	5.30	5.20	5.10
A	6.16	6.05	6.15	6.12
B	6.13	6.29	6.37	6.29
C	5.82	5.91	5.97	5.95
D	5.88	5.97	6.04	6.03
E	6.09	5.90	6.09	6.00
F	6.14	6.09	6.08	6.14
G	6.27	6.50	6.63	6.54
H	5.84	5.89	5.90	5.94
I	6.09	5.97	6.01	5.96
J	5.92	5.86	6.00	6.00

Table 10. The change of TA during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	0.150	0.160	0.190	0.210
S	0.370	0.370	0.380	0.390
A	0.488	0.480	0.484	0.424
B	0.567	0.534	0.502	0.512
C	0.442	0.442	0.434	0.432
D	0.440	0.446	0.392	0.414
E	0.324	0.400	0.382	0.390
F	0.422	0.545	0.502	0.476
G	0.541	0.655	0.662	0.618
H	0.476	0.416	0.448	0.454
I	0.452	0.425	0.468	0.442
J	0.368	0.370	0.394	0.396

장기간 동안에 있어서 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

대조구의 pH는 6.32이며, 두유에 WPC 80을 10% 첨가한 샘플 G가 pH 6.48로 가장 높았으며, 처리구 샘플 S의 pH는 5.22로 가장 낮았다. 샘플 A, B, E, F, I에서는 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. 첨가제에 관계 없이 WPC 34, WPC 80의 첨가량이 증가할수록 pH는 높아졌다. 또한 저장기간 동안 모든 샘플들의 pH는 비슷하거나 감소하고 적정산도는 높아지는 경향을 보였는데, 이는 유산균이 낮은 저장온도에서 활력을 어느 정도 유지했기 때문이라고 사료된다(Tamine and Robinson, 1985). 본 실험에서도 평균 pH 값은 높게 나왔으나, 저장기간 동안에는 변동이 없었다. 숙성 중 적정산도 변화는 대조구는 계속 증가하였으며, 처리구 모

든 샘플들은 비슷하거나 증가하는 경향을 보였다. 적정산도의 변화 경향이 pH 변화와 일치하는 것을 볼 수 있었다.

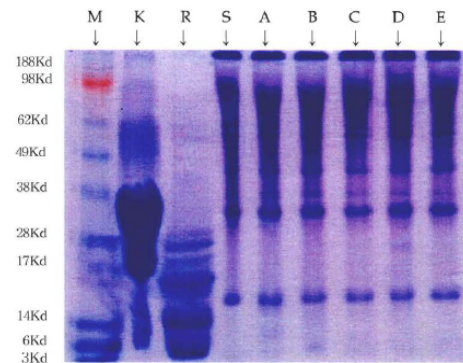
본 실험에서의 결과로 볼 때 pH 및 적정산도 변화에서 첨가제에 의한 산 생성이 촉진됨을 알 수 있었다.

2) 전기영동(Electrophoresis)

대조구와 모든 처리구의 단백질 전기영동상을 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis(PAGE)를 통하여 단백질 분자량 분포를 관찰한 결과는 Fig. 3, 4에 나타나 있다.

Kim 등(1990)은 콩에 함유된 단백질의 함량은 35~45% 범위이며, 콩 단백질의 주요 subunit은 66.2~92.5 Kd, 45~66.3 Kd, 31~45 Kd 및 14.4~21.5 Kd의 분자량 범위에서 각각 1개씩의 대분리대가 존재하며, 소분리대는 21개 이상 존재한다고 보고하였다.

원유로 제조한 모짜렐라 치즈를 전기영동상으로 살펴보면 분자량이 28~5 Kd 사이의 6개의 밴드로 구성되었으며, 두유로만 제조한 두유 치즈의 분자량은 62 Kd, 57 Kd, 45 Kd, 38 Kd, 28 Kd의 5개의 밴드와 15 Kd의 분자량인 1개의 밴드로 비교적 높은 분자량을 가진 것을 볼 수 있으며, 두유의 첨가제를 5%로 혼합하여 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그를 샘플 A, B, C, D, E는 두유로만 제조한 샘플 S와 같은 분자량의 밴드로 나타났으며, 첨가제 10% 첨가한 샘



the alphabets mean

SDS-PAGE standard marker → M
 casein powder → K
 raw milk → R
 soy milk → S
 soy milk : WPC34 = 100 : 5 → A
 soy milk : WPC80 = 100 : 5 → B
 soy milk : DWP = 100 : 5 → C
 soy milk : WP = 100 : 5 → D
 soy milk : LP = 100 : 5 → E

Fig. 3. Electropherograms of protein from Mozzarella cheese analogue (100:5).

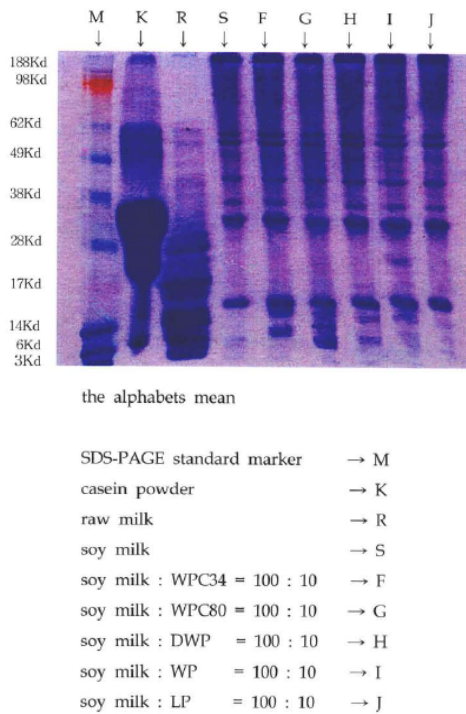


Fig. 4. Electropherograms of protein from Mozzarella cheese analogue (100:10).

플 F, G, H, I에서는 첨가제 5%로 첨가하여 제조한 샘플에서 볼 수 없었던 분자량이 16 Kd 이하인 밴드가 여러 개 나타났다. 샘플 F는 10 Kd의 1개의 밴드, 샘플 G는 15 Kd, 13 Kd, 6 Kd의 3개 밴드, 샘플 H, I는 14 Kd, 6 Kd의 각각 2개의 밴드가 나타나는 것을 볼 수 있었다. 본 실험에서 모짜렐라 치즈 밴드에서는 casein 밴드가 나타났으며, 두유로 제조한 모짜렐라 치즈 아날로그의 밴드에서는 casein의 밴드는 나타나지 않고 콩단백의 밴드가 나타났고, 두유에 WPC 80을 10% 첨가하여 제조한 처리구 샘플 G에서 확연히 볼 수 있듯이 단백질 함량이 많이 농축된 유청단백질을 사용함으로써 원유로 제조한 모짜렐라 치즈와 분자량이 비슷한 단백질밴드를 발견할 수 있다.

3) 물성 측정(Rheometer)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 경도의 변화는 Table 11, 탄성의 변화는 Table 12, 응집성의 변화는 Table 13, 부서짐성의 변화는 Table 14에 나타나 있다. 모든 샘플들의 물성 측정은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p < 0.01$).

경도는 대조구 샘플 R이 46.30으로 가장 높게 나타났고, 샘플 G, B, S, C, J, E, D, A, I, F, H 순으로 나타났으며, 경도는 지방과 수분의 함량에 영향을 받는다(Tunick *et al.*,

Table 11. The change of hardness during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	47.6	46.3	46.1	45.2
S	42.3	42.1	41.7	41.4
A	35.8	34.9	34.6	34.2
B	42.4	42.1	41.8	41.4
C	38.2	37.8	37.6	37.4
D	37.3	37.1	36.7	36.6
E	37.5	37.3	37.1	36.8
F	34.5	34.2	33.9	33.8
G	44.7	44.6	44.4	44.1
H	34.1	33.9	33.6	33.1
I	34.8	34.7	34.4	34.1
J	37.9	37.7	37.4	36.9

Table 12. The change of elasticity during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	0.65	0.59	0.50	0.52
S	0.84	0.82	0.78	0.78
A	0.91	0.89	0.85	0.82
B	0.92	0.90	0.87	0.83
C	0.90	0.88	0.84	0.79
D	0.89	0.88	0.83	0.81
E	0.89	0.86	0.86	0.84
F	0.90	0.87	0.85	0.83
G	0.93	0.88	0.85	0.84
H	0.89	0.87	0.86	0.84
I	0.87	0.86	0.84	0.82
J	0.89	0.88	0.86	0.83

1993). 그리고 지방이 감소될수록 수분과 단백질 함량이 증가하기 때문에 경도, 응집성, 그리고 부서짐성은 증가한다고 보고하였으며, 또한 조직에 영향을 주는 요소로는 단백질, NaCl, 물, pH 그리고 지방인데, 그 중에서도 단백질이 제일 많은 영향을 미친다(Chen *et al.*, 1979).

탄성은 두유에 WP80을 5%, 10%, 첨가한 샘플 B, G가 0.88로 가장 높게 나타났으며, 샘플 A, C, D, E, F, H, I, J는 0.85~0.86으로 같은 그룹을 형성하였으며, 샘플 S는 0.80, 대조구는 0.56 순으로 나타나, 처리구 모든 샘플에 첨가한 성분이 탄성에 영향을 준 것으로 보였다.

응집성에 두유에 WPC 34를 5% 첨가한 샘플 A가 0.67로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 두유로만 제조한 샘플

Table 13. The change of cohesiveness during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	0.65	0.63	0.61	0.58
S	0.48	0.47	0.45	0.43
A	0.71	0.69	0.67	0.64
B	0.65	0.65	0.64	0.63
C	0.64	0.63	0.62	0.60
D	0.66	0.66	0.64	0.63
E	0.62	0.61	0.60	0.58
F	0.67	0.65	0.65	0.64
G	0.68	0.66	0.63	0.62
H	0.66	0.65	0.63	0.61
I	0.66	0.65	0.64	0.65
J	0.65	0.64	0.62	0.63

Table 14. The change of brittleness during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	20.12	17.20	14.07	13.64
S	17.04	16.23	14.64	13.90
A	23.13	21.43	19.70	17.95
B	25.36	24.63	23.27	21.65
C	22.00	20.96	19.58	17.73
D	21.91	21.55	19.11	18.68
E	20.69	19.57	19.14	17.73
F	20.80	19.34	18.73	17.95
G	28.27	25.90	23.78	22.97
H	20.03	19.17	18.20	16.96
I	19.98	19.40	18.49	18.18
J	21.93	21.23	19.94	19.30

S가 가장 적은 수치 0.46을 나타내었고, 그 외 처리구는 대조구와 비슷하게 나타났다.

부서짐성은 두유에 WPC 80을 5%, 10% 첨가한 샘플 B, G가 가장 높게 나타났으며, 처리구 샘플 A, C, D, E, F, I, J가 19.01~20.60으로 같은 그룹을 형성하였다. 두유에 DWP를 10% 첨가한 샘플 H는 18.59로 나타났으며, 원유를 이용한 모짜렐라 치즈는 16.26, 두유를 이용한 모짜렐라 치즈 아날로그는 15.45 순으로 나타났다. 이는 수분 함량과 관계가 있는 것으로 사료되며, 저장기간 중에 수분이 증발되어 고형분의 증가로 인한 것으로 사료된다.

모든 샘플들의 물성 측정은 저장기간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 모든 샘플들은 저장기간 동안 경도, 탄

성, 응집성, 부서짐성은 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 치즈 제조 직후의 조직이 먼저 유산균의 유산 생성에 의한 pH 변화와 수분 함량에 결정되고, 단백질분해효소의 의해 단백질분해에 영향을 받기 때문에 치즈 숙성이 감소한다는 Trepanier 등(1991)의 보고와 일치하였다.

일반적으로 치즈의 조직(texture) 등급은 품질을 평가하는데 있어 주요한 요인으로 사용되고 있으며, body는 만질 때 감지되는 품질로서 굳기, 탄성 및 매끄러움을 포함하는 물질적 특성을 의미한다. Texture는 색깔을 제외한 눈으로 확인이 가능한 품질로서, 저작 중에 식품에서 감지되는 전반적인 물리적 감각으로 정의하고, 치밀성, 부서짐성 모두가 포함된다(Prentice, 1972).

4) 용융성(Meltability)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 용융성 변화는 Table 15에 나타나 있다. 모든 샘플들의 용융성은 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$).

원유로 제조한 대조구의 용융성이 260.93%로 가장 높은 것으로 나타났고, 두유로 제조한 샘플 S가 160.43%이었으며, 다른 처리구 샘플 모두 비슷한 경향을 나타내었다.

모든 샘플들의 용융성은 저장기간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 원유로 제조한 대조구는 저장기간 동안 용융성이 좋아지는 것으로 나타났으며, 두유 및 첨가제를 혼합하여 제조한 처리구 모든 샘플은 저장기간 동안 큰 변화가 없거나 감소하는 경향을 나타내었다. Tunick 등(1991)에 의하면 지방 함량이 낮을수록 낮은 용융성을 나타낸다고 하며, 이것은 지방 함량이 낮을수록 치즈의 단백질 망상구조내 지방구의 수가 적어지고, 이에 의해 수분 함량이 감

Table 15. The change of melting ability during 30 days at 4°C (Unit: %)

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	240.75	257.53	272.72	272.72
S	145.45	150.83	163.63	181.82
A	95.29	115.19	93.10	94.25
B	95.35	106.17	94.32	98.84
C	102.30	101.20	117.07	114.46
D	103.61	117.44	110.23	110.34
E	133.72	122.22	116.85	117.06
F	96.34	103.65	103.53	103.45
G	103.66	111.24	95.40	95.45
H	95.35	108.14	104.65	104.71
I	106.17	105.38	105.88	104.65
J	101.20	122.73	101.15	103.49

소시와 같이 단백질 형태가 촘촘하게 변형되어 발생된다고 추론할 수 있을 것이다. 본 실험에서도 원유로 제조한 대조구 모짜렐라 치즈를 제외한 처리구 모든 샘플이 용융성에서 현저하게 떨어져, 이는 모짜렐라 치즈 아날로그의 지방 함량이 2.16~2.44%로 대조구 지방 함량이 24.30%보다 월등히 낮기 때문인 것으로 사료된다.

5) 갈변화(Browning), 지방 분리(Oiling-off), 신장성(Stretching)

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 갈변화 변화는 Table 16, 지방 분리 변화는 Table 17, 신장성 변화는 Table 18에 나타나 있다. 모든 샘플들은 대조구와 처리구 간에 있어서 갈변화, 지방 분리, 신장성의 유의차를 나타내었다($p<0.01$).

갈변화의 경우, 원유로 제조한 대조구가 4점으로 가장 높게 나타났다. 처리구의 경우 모든 샘플이 두유의 색깔인 갈색을 나타내기 때문에 갈변화에서는 변화를 관찰할 수가 없으나, 처리구 샘플 S, A, D, I에서는 다른 샘플보다 옅은 색을 나타내었다. Fife 등(1996)은 가열 색깔은 치즈의 지방 함량에 영향을 받는다고 하였다.

지방 분리에서도 모든 샘플들이 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 두유에 WPC 34를 5%, 10% 첨가한 샘플 A, F에서 가장 높게 나타났고(5.0), 그 다음이 샘플 B, C, D, G, G, H, I가 4.0으로 나타났으며, 샘플 S, E, J는 3.0이며, 대조구는 2.0으로 가장 낮게 나타났다. 이것은 Soy base에 혼합된 지방이 샘플을 열처리할 때 분리되었기 때문으로 사료된다. 대조구인 샘플 R에서 지방 분리가 되는 것이 확연히 관찰되었다. 처리구 샘플 S 및 LP를 5%, 10% 첨가한 샘플 E, J에서는 지방 분리가 조금 나타났으며, 다른 처리구 샘플에서는 지방 분리의 변화는 관찰되

Table 16. The change of browning during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	4	4	4	4
S	3	3	3	3
A	3	3	3	3
B	2	2	2	2
C	2	2	2	2
D	3	3	3	3
E	2	2	2	2
F	2	2	2	2
G	2	2	2	2
H	2	2	2	2
I	3	3	3	3
J	2	2	2	2

Table 17. The change of oiling-off during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	2	2	2	2
S	3	3	3	3
A	5	5	5	5
B	4	4	4	4
C	4	4	4	4
D	4	4	4	4
E	3	3	3	3
F	5	5	5	5
G	4	4	4	4
H	4	4	4	4
I	4	4	4	4
J	3	3	3	3

Table 18. The change of stretchability during 30 days at 4°C

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	5	5	5	5
S	2	2	2	2
A	2	2	2	2
B	2	2	2	2
C	2	2	2	2
D	2	2	2	2
E	2	2	2	2
F	2	2	2	2
G	2	2	2	2
H	2	2	2	2
I	2	2	2	2
J	2	2	2	2

지 않았다. 이는 처리구 모든 샘플에서 지방의 함량이 대조구보다 낮았기 때문인 것으로 사료된다. 그리고 유당을 첨가한 샘플 E, J에서 지방 분리가 되는 현상을 나타내었는데, 이는 유당의 열처리에 의해서 결합되어 있는 당이 분해되어 나온 것으로 사료된다.

신장성에서도 모든 샘플들이 대조구와 처리구 간에 있어서 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 대조구는 가장 높은 5.0으로 나타났고, 처리구 모든 샘플은 2.0으로 낮게 나타났다. 모짜렐라 치즈 아날로그에 있어서 신장성은 점도와도 관계가 있어 보였으며, 처리구 샘플 모두가 점도가 낮기 때문인 것으로 사료된다. 점도는 우유가 두유보다 점성이 큰 것은 지방이 지방구 상태로 있고 단백질 특히 카제인의 거대한

분자들이기 때문이다. 유청은 탈지유나 전유보다 점성이 적다. 5%의 유당의 점도는 유청의 점도와 비슷하고, 물보다는 높다. 우유의 점도는 지방구가 크림을 형성하려는 저항성 때문이다(Song, 2002). 점도는 온도 증가에 따라 감소하는데, 0℃를 기준으로 하여 20℃에서는 반 정도 40℃에서 1/3 정도이다. 지방과 단백질에서 오는 모든 변화는 점도에 영향을 미친다. 처리구 샘플들은 치즈 제조시 생산되는 유청제분 및 LP를 첨가하여 모짜렐라 치즈 아날로그를 제조하였기 때문에 위와 같이 점성에 영향을 주어, 원유로 제조한 모짜렐라 치즈보다 신장성 면에서 월등히 떨어진다고 볼 수 있다(Ko, 1997).

모든 샘플들이 갈변화, 지방 분리, 신장성에서 저장기간 동안에 있어서 유의차를 나타내지 않았다. Merrill 등(1994)은 저장기간이 길수록 신장성은 감소하고, 가열에 의한 갈변화는 증가한다고 보고하였으나, 본 실험에서 신장성 및 갈변화, 지방 분리 등은 저장기간 동안 변화가 없었다.

6) 관능검사

대조구와 모든 처리구의 저장기간 동안 조직의 변화는 Table 19, 외관의 변화는 Table 20, 풍미의 변화는 Table 21에 나타나 있다. 모든 샘플들이 관능검사에 있어서 대조구와 처리구 간에 유의차를 나타내었다($p < 0.01$). 관능검사에서 처리구들은 대조구보다 낮은 결과를 나타내었다. 이것은 모짜렐라 치즈 아날로그의 기호성의 보완이 더욱 필요로 한다고 사료된다.

조직에서는 원유로 제조한 대조구는 4.95로 가장 높았으며, 처리구 샘플 B, D, I, H가 4.60~4.70으로 같은 그룹을

Table 19. The change of sensory score of body and texture during 30 days at 4℃

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	4.9	5.0	4.9	5.0
S	3.4	3.2	3.1	3.0
A	4.2	4.3	4.3	3.9
B	4.8	4.6	4.6	4.6
C	4.1	4.2	4.2	4.1
D	4.7	4.6	4.6	4.5
E	4.7	4.8	4.7	4.6
F	4.1	4.1	4.0	4.1
G	4.3	4.2	4.1	4.1
H	4.6	4.7	4.6	4.5
I	3.9	4.0	4.0	3.9
J	4.1	4.1	4.0	4.0

Table 20. The change of sensory score of appearance during 30 days at 4℃

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	4.9	5.0	4.9	5.0
S	3.5	3.4	3.5	3.3
A	3.2	3.3	3.3	3.1
B	3.3	3.3	3.2	3.1
C	3.1	3.1	3.1	3.0
D	3.1	3.3	3.2	3.1
E	3.2	3.3	3.2	3.1
F	3.1	3.4	3.2	3.2
G	3.3	3.3	3.2	3.1
H	3.3	3.2	3.2	3.1
I	3.2	3.2	3.3	3.2
J	3.3	3.3	3.2	3.2

Table 21. The change of sensory score of flavor during 30 days at 4℃

	0 Day	10 Day	20 Day	30 Day
R	4.9	5.0	4.9	5.0
S	2.4	2.2	1.9	1.7
A	3.1	3.2	3.4	3.5
B	3.2	3.4	3.7	3.7
C	1.9	1.9	2.0	2.1
D	2.2	2.2	2.3	2.2
E	2.9	3.0	3.1	3.1
F	3.1	3.3	3.6	3.5
G	3.2	3.4	3.7	3.7
H	1.9	1.9	2.1	2.2
I	2.4	2.4	2.6	2.6
J	3.0	3.1	3.1	3.2

형성하였으며, 다음으로 샘플 A, C, G, J, F 순으로 나타났다. 두유로 제조한 샘플 S는 3.17로 가장 낮았다. 이는 단백질 함량이 높은 것을 첨가한 샘플일수록 대조구와 비슷한 조직을 형성하였다.

외형에서도 대조구가 4.95로 가장 높았으며, DWP를 5% 첨가한 샘플 C가 3.07로 가장 낮게 나타났다.

치즈의 색은 두유의 첨가로 누르스름한 정도가 진하게 평가되었다. 첨가제의 첨가량이 많을수록 밝은 색을 나타내었으며, 두유만으로 제조한 샘플 S가 가장 어두운 색을 띄었다. 이것은 Kim과 Lee(1995)가 유청과 두유를 공동 침전시켜 제조한 치즈에서 유청의 첨가에 의해 두유치즈의 색을 희게 하는 것은 외관 개선의 한 방법이라 할 수

있으며, 두유치즈의 색을 회게 할 수 있었다는 보고와 일치하였다.

풍미에서는 대조구가 4.95로 가장 높은 반면에 처리구 샘플 모두 낮은 수치의 결과를 나타내었다. 이는 두유에만 있는 콩의 강한 산취가 영향을 마친 것으로 사료된다. 두유와 혼합하여 만든 모짜렐라 치즈 아날로그의 경우 숙성의 전 기간을 통해서 콩의 진한 향미를 느낄 수 있었다. 단백질 함량이 많은 WPC 34, WPC 80을 10%로 첨가한 샘플에서는 숙성시간이 길어질수록 좋은 풍미를 가지는 것을 느낄 수 있었다.

4°C에서 30일간 저장하였을 경우, 대조구와 처리구 모두 부패는 일어나지 않았다. 이는 공기의 접촉을 최소화하였기 때문에, 호기성 미생물의 활동을 저해하였다고 사료된다.

두유치즈의 경우, 숙성의 전 기간을 통해서 대두 특유의 향미를 느낄 수 있었으나, 유청제품인 WP, WPC 34, WPC 80, DWP 10%를 첨가한 모짜렐라 치즈 아날로그의 경우에는 유청에 의한 산취로 인해 대두의 향미가 일부 상쇄되는 효과가 있었고, 특히 유청제품의 첨가량이 많은 치즈에는 현저하였다. LP를 첨가하여 제조한 처리구 샘플 E, J의 경우, 대두의 향미보다 자극성의 산취가 지배적이었는데, 이는 유당 속에 존재하는 고농도의 유당이 분해된 결과였다. 유청제품을 두유에 첨가시킬 때 생기게 되는 향미는 두유의 산취를 감소시켜주는 긍정적 효과도 있으나, 강한 산취를 내는 부정적 측면도 있어 두유치즈의 풍미와 숙성 중의 풍미변화에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다. 한편, 조직감은 샘플 S가 가장 거칠었고, 그 다음이 LP를 10% 첨가한 샘플 J이었다. 전체적인 기호도의 경우, 처리구 모든 샘플이 대조구보다 낮았다.

치즈의 품질을 결정하는 중요한 요소로서 일반적으로 외관, 향미(taste & aroma), 조직감을 들 수 있으며, 본 실험에서 나타난 것과 같이 유청제품을 첨가한 처리구 모두에서 관능성이 낮게 나타나, 전체적인 기호도에서 원유로 제조한 대조구보다 관능성이 저조한 결과를 나타내었다. 본 실험에서 나타난 결과로 보아 WPC 34, WPC 80과 같이 단백질 함량이 높은 제품은 식품 산업에서 첨가제로 이용하여 신제품으로 생산될 수 있는 가능성이 높다고 생각되며, 한편, 처리구 샘플들이 관능성에서 대조구 샘플에 비해 저조하지만, 앞으로의 연구에 의하여 향미를 개선한다면 좋은 결과가 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. A.O.A.C. 1995. "Official method of analysis" 16th ed., Association of Official Chemists. Washington D.C.
2. Barlow, I., Lloyd, G. T., Ramshaw, Z. H., Miller, A. J. and McCabe, G. P. 1989. Correlations and changes in flavor and chemical parameters of Cheddar cheese during maturation. *Aust. J. Dairy Technol.* 44:7-18.
3. Bodyfelt, F. W., Tobias, J. and Trout, G. M. 1965. The sensory evaluation of dairy products. Van Nostrand Reinhold 115 Fifth Avenue New York.
4. Bourne, M. C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol.* 32:62-66, 72.
5. Chen, A. H., Larkin, J. W., Clark, C. J. and Irwin, W. E. 1979. Textural analysis of cheese. *J. Dairy Sci.* 62: 901-907.
6. 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.
7. Coppock, J. 1974. Soy proteins in foods - retrospect and prospect. *J. Am. Oil Chemists Soc.* 51:59A-62A.
8. Covacovich, H. R. and Kosikowski, F. V. 1978. Mozzarella and Cheddar cheese manufacture by ultrafiltration principles. *J. Dairy Sci.* 62:701-709.
9. Delaney, R. A. M. 1979. Whey products conference. Proceeding, Minneapolis, USA.
10. Dybing, S. T. and Smith, D. E. 1991. Relation of chemist and processing procedures to whey protein functionality: A review. *Cultured Dairy Products Journal.* February: 4-12.
11. Etzel, M. R. 1995. Whey protein isolation and fractionation using ion exchanges. In *Bioseparation process in foods.* Darcel Dekker Inc., New York.
12. 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.
13. Fernades, A. and Kosikowski, F. V. 1986. Low moisture Mozzarella cheese from whole milk retentates of ultrafiltration. *J. Dairy Sci.* 69:2011-2017.
14. Ferris, S. 1981. Italian cheese, The US experience and future trends. *Dairy Industries International* 4:17-22.
15. Fife, R. L., McMahon, D. J. and Oberg, C. J. 1996. Functionality of low fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 79:1903-1910.
16. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. and McSweeney, P. L. H. 2000. Fundamentals of cheese science. An Aspen

- Publication, USA.
17. Kim, D. M., Yoon, H. H. and Kim, K. H. 1990. Protein characteristics of the recommended soybean varieties in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22:386-392.
 18. Kim, J. H. and Lee, H. J. 1984. Growth characteristics of lactic acid bacteria in whey - soy milk mixtures. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16:285-290.
 19. Kim, J. H. and Lee, H. J. 1985. Characteristics of cheese manufactured by coprecipitation of whey and soy milk. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17:213-218.
 20. Ko, J. S. 1997. Dairy food processing. Sunjin Munhwa Publication Inc. Seoul.
 21. Kosikowski, F. 1982. Cheese and fermented milk foods. 2nd edition. F V Kosikowski and Associates, Brooktondale, New York. USA.
 22. Kwon, H. J. 1999. Bioactive compounds of soybean and their activity in angiogenesis regulation. *Korea Soybean Digest* 16:63-68.
 23. Laemmli, U. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227:680-684.
 24. Lagrange, V. 1998. U.S. whey proteins and new fractions as ingredients in functional dairy products and innovative nutraceuticals. *Korean Dairy Technol.* 16:106-118.
 25. Lee, H. J. 1981. Usability of membrane separation in dairy processing. *Korean Dairy Association, Milk* (summer). 39-43.
 26. Matsuoka, M. and Sasaki, J. 1997. Process for preparing cheese-like food product. United States patent 5,597,594.
 27. 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.
 28. Moduler, H. W. and Harwalker, V. R. 1981. Whey protein concentrate prepared by heating under acidic conditions. Recovery by ultrafiltration and functional properties. *Milchwise* 36:537.
 29. Nilson, K. M. and LaClair, F. A. 1975. Direct salting and automation. *Dairy and Ice Cream Field* 158:56-60.
 30. Park, H. M., Hong, Y. H. and Oh, S. H. 1998. Studies on the development of whey drinks. *Korean J. Dairy Sci.* 10:92-100.
 31. Partridge, J. A. 1980. Effects of prolonged storage of pasteurized milk on the quality and yield of Mozzarella cheese. Mater Thesis, University of Vermont, Burlington, VT.
 32. Prentice, J. H. 1972. Rheology and texture of dairy products. *J. Texture Studies* 3:415-458.
 33. Renner, E. 1983. Milk and dairy products in human nutrition. W-GmbH. Volkswirtschaftlicher Verlag, Munchen.
 34. Ronsivalli, C. J. and Vieira, E. R. 1990. Elementary food science. 3rd ed., AVI.
 35. Rudan, M. A., Barbano, D. M., Yon, J. J. and Kindstedt, P. S. 1999. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 82:661-672.
 36. Schroder, D. J. and Jackson, H. 1971. Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. 3. Effects of mold ripening and increasing concentrations of skim milk solids. *J. Food Sci.* 36:22-24.
 37. Shin, S. M., Song, K. Y., Seo, K. H. and Yoon, Y. C. 2012. A study on the quality of soymilk-derived yogurt during storage. *Korean J. Dairy Sci. Technol.* 30:83-92.
 38. Song, K. Y. 2002. Study on the enzyme activity of probiotic lactic acid bacteria. Ph.D. Dissertation, Konkuk University, Seoul.
 39. Song, K. Y., Lee, J. I., Kim, D. H., Park, J. H., Chon, J. W., Hyeon, J. Y., Seo, K. H. and Yoon, Y. C. 2012. Rheology and sensory properties of Mozzarella cheese made using concentrated milk from ultrafiltration. *Korean J. Dairy Sci. Technol.* 30:1-10.
 40. Tamine, A. Y. and Robinson, R. K. 1985. Yoghurt science and technology. Pergamon press. New York.
 41. Taranto, M. K. and Yang, C. S. T. 1981. Morphological and textural characterization of soybean Mozzarella cheese analogue. *Scanning Electron Microsc.* 3:483-492.
 42. Trepanier, G., Simar, R. E. and See, B. H. 1991. Effect of added lactobacilli on composition and texture of Cheddar cheese during accelerated maturation. *J. Food Sci.* 56:696-700.
 43. 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.
 44. Tunick, M. H., Malin, E. L., Smith, P. W., Shieh, B. C. S., 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.

-
45. We, L. C. and Baker, F. L. 1971. Scanning electron microscopy of soybeans, soy floure, protein concentrates and protein isolates. *Cereal Chem.* 52:387-396.
46. Yang, C. S. T. and Taranto, M. V. 1982. Textural pro-

erties of Mozzarella cheese analogs manufactured from soybeans. *J. Food Sci.* 47:906-910.

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