

菌株의 差異에 의한 Mozzarella Cheese 熟成期間中の 理化學的 變化

고석용, 이현종

제주대학교 농과대학 동물자원학과

A Physico Chemical Changes of Mozzarella Cheese During Ripening by Starter Culture

Ko, S. Y., H. J. Lee

Summary

This study is for improving the quality of cheese, which is favorable to Korean Taste. In this work, new starter cultures were used other than 2 kinds of conventionally used one. Production time, pH, and physico-chemical characteristics were checked during the maturing period.

- 1) In case of Physico-Chemical characteristics, The moisture contents were 46.97, 41.70, and 48.82% respectively and nacl level of 0.50, 0.58 and, 0.58 respectively in new starter culture of TA-LH, TA-LB, TA-LC.
- 2) Melt-ability were measured as 2.49, 1.87, 2.74 cm respectively by using new starter cultures of TA-LH, TA-LB, TA-LC. The melt-ability was also increased by matureing and showed differences according to the kind of start culture, and storage period($P < 0.05$).
- 3) pH of cheese were 5.50, 5.51, and 5.20 respectively by TA-LB, TA-LC, and increased slightly during maturing.
- 4) The Hunter color were L-Color 1.03, 2.27, and 1.22 and b-color were 6.64, 11.11, and 11.78 respectively by the TA-LH, TA-LB, and TA-LC by Chroma-meter determination($P < 0.05$).

- 5) In cheese texture change, the hardness were 13.12, 18.94, and 7.20kg/cm² respectively by TA-LH, TA-LB, and TA-LC. Cohesiveness were 0.75, 0.67, and 0.67 respectively and Springness were 0.92, 0.62, and 0.78/cm² respectively while gumminess were 9.88, 12.76, and 4.85/Kg/cm² respectively, Chewiness were 9.12, 7.85, and 3.77, respectively and parameter were different according to each starter culture.
- 6) In the Pizza Topping test, the browning color and Blistering size showed similar results in TA-LH, TA-LB, and TA-LC. However, The browning and blistering of TA-LH, TA-LC were reduced extremely by 4weeks maturation while no change was shown in TA-LB.
- 7) Using TA-LH, TA-LB, and TA-LC, the measure of FO and FOFB were increased from 4.51% to 5.84%, from 5.28% to 6.96%, and from 7.47% to 9.76% respectively following maturation date of 1, 2, 4weeks and samples were refrigerated in storage condition. The mature period and starter culture relationship also showed different characteristic in starter culture of 1, and 4weeks only, in the TA-LB starter.
- 8) In the scanning election micrographs, the serum channels were found enlarged according to maturation date and similar results were shown in all kind of starter culture.
- 9) The WSN level in the total nitrogen weight were increased from 11.16% to 13.63%, from 3.87% to 6.66%, and from 14.74% to 17.29% respectively in TA-LH, TA-LB, and TA-LC. NPN level were also increased from 2.96% to 4.74% from 4.69% to 4.92%, and from 2.81% to 4.40% respectively according to maturation period.
The WSN, and NPN level showed different results by maturation period. (P<0.05)
- 10) FPLC
After 4 weeks maturation, some change could be detected in κ -Casein and β -Casein compare to just finished product.
- 11) Eletrophoresis
In all cheeses of TA-LH, TA-LB, TA-LC. the γ -Casein creation from β -Casein were detected after 4 weeks maturation. By α -Casein an band was appeared around α s1- I and the strength of separate became gradually weak.
- 12) Sensory test
The score of flavors by maturation period were in the range of 2.95~3.75 point.

The TA-LC gave lowest point at the 4weeks. While TA-LH(2weeks) gave top point of 3.73. The taste scores were lowest in TA-LC(1week)/2.68 while top point in TA-LH(2weeks)/3.59.

The Appearance showed lowest point of TA-LH(1week)/2.68 and top point of TA-LB(1week)3.50, and texture were lowest in TA-LB(1week) (2.68) and highest in TA-LB(4weeks) (3.45).

I. 서 론

치즈는 인류가 목축을 시작한 것과 더불어 이미 제조되었던 고급식품이다. 치즈 제조기술의 발달과 전파는 인류문화의 발전과 맥을 같이 하여 왔고 낙농제품 가운데 오늘날 발효유와 함께 부가가치가 가장 높은 품목으로 전 세계적으로 많이 생산, 소비되고 있다.

우리나라는 1967년 처음으로 자연치즈가 제조된 이래 경제발전에 따른 국민소득증대와 식생활 변화에 의해 1983년 연간 183톤에 불과하던 것이 '88 서울 올림픽 개최이후 급격한 소비증가를 보여 매년 40~60%의 높은 신장율을 나타내었다. 따라서 1998년에는 2만 4천 여톤이 소비되었고 이 가운데 수입된 자연치즈와 가공치즈가 각각 11,000, 1,900톤으로 전체 소비량의 약 50%를 차지하여 국내치즈생산이 급격히 위축되었다(농림부, 1998). 가공치즈에 비해 자연치즈 수입량이 많은 것은 Pizza 원료용으로 Mozzarella 치즈 소비량이 국내산보다 확대되고 가격경쟁력 우위에 그 원인이 있지 않았나 생각되며, 앞으로도 자연치즈의 수입은 증가할 것으로 예상된다.

한편 국내에서 생산되는 치즈는 종류도 다양하지 못하여 Cheddar치즈류가 주로

가공되거나 최근 Pizza용으로 소비가 늘어난 Mozzarella치즈 생산에 그치고 있을 뿐더러 제조방법, 기술 등이 낙후되어 낙농선진국의 기술을 답습하는 형편이다.

낙농선진국의 경우(1996년 기준) 1인당 음용유 소비량이 미국 123.3kg, 덴마크 96.6kg, 네덜란드 55.9kg, 뉴질랜드 91.5kg 이고 치즈의 경우 각각 13.7, 16.9, 16.1, 8.9kg으로 원유로 환산시 음용유와 치즈의 소비량이 비슷하다.

우리나라의 경우, 1인당 연간 음용유 소비가 30.2kg 이나 치즈는 0.5kg에 불과하다(농림부, 1996). 앞으로 치즈소비가 증가할 것으로 예상되며 특히 향후 국내 Pizza 산업의 발달이 가속화 할 것으로 사료됨에 따라 원료인 Mozzarella 치즈의 수요가 급증 될 것에 대비하여 우리 소비자의 입맛에 맞는 제품개발이 시급하며 품질에 대한 문제 즉 Melting(41%), Browning(34%), Texture(22%)등을 개선하지 않는다면 국내 치즈 시장은 외국산 치즈에 자리를 내주게 될 것이다.

Mozzarella 치즈는 남부 이태리 Paste Filate의 대표적인 비숙성 연질 치즈로서 본래는 buffalo 젖으로 만들어졌으나 오늘날은 우유로 제조되어 미국을 비롯해 전세계적으로 소비되고 있으며 수요가 급격히 증가하는 추세에 있다.

미국의 경우 1987년 1인당 12.7kg에서 1996년에는 13.7kg으로 소비가 증가하면서 유럽, 뉴질랜드와 아시아 각국에서도 같은 경향을 보이고 있다.

우유로 만든 전통적인 Mozzarella 치즈는 수분과 지방함량이 높아(52~60%, 22%내외) 부드러운 조직과 다즙성을 가져 식탁용으로 소비되는 반면 Pizza pie 위에 topping 용으로 널리 사용되는 Mozzarella 치즈는 수분과 지방함량이 낮고(47%전후, 20%내외)조직이 단단하며 보다 건조한 외관을 갖고 있다.

Mozzarella 치즈는 Pizza pie 위에 topping 시켜 고온에서 가열 처리되어 용융된 상태로 소비되기 때문에 치즈의 용융성과 신장성 및 외관이 품질을 평가하는데 가장 중요한 기준이 되고 있다 (Kindstedt et al., 1989a, b; Matzdorf et al., 1994). 특히 치즈의 용융시 생성되는 Free Oil은 최근의 저지방 다이어트 식품에 대한 소비자의 높은 관심으로 Mozzarella 치즈가 지방함량이 높은 식품으로 잘못인식 될 수 있기 때문에 Pizza pie의 외관상의 품질을 저하시키는 심각한 결점으로 인식되고 있다(Kindstedt and Rippe, 1990).

본 연구에서는 치즈 제조 방법 중 Starter culture를 달리하여 국내외서 사용되고 있고(TA-LB), 국내에서는 사용되지 않으나 외국에서는 이용하는 것

(TA-LH)과 새로운 복합균주(TA-LC)의 3종류를 사용하여 Mozzarella 치즈를 제조한 후 숙성기간 별로 일반성분과 물성등을 분석하고 관능검사를 실시함으로써 우리나라 사람의 기호에 맞는 제품을 개발하는데 기초자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

1) 원료유

Mozzarella cheese 제조에 사용된 원유는 제주도 일원의 목장에서 제주 낙농축협에 납유한 원유를 축산물 가공처리법에 의한 검사기준에 합격한 원유를 사용하였다(Table 1).

2) 유산균

① 유산균-1(이하 TA-LB)

산 진전이 빠르고, Phage저항에 강하며 Bulk Starter 혹은 Direct-set로 사용되어지는 *Str.thermophilus*와 *L.Bulgaricus* (CRC 261)의 혼합균주를 사용하였다 (Fig. 1).

② 유산균-2(이하 TA-LC)

L.lactis ssp cremoris, *Str.thermophilus* (LACTO-PROX MT 1003)의 혼합균주를 사용하였다(Fig. 2).

Table 1. Composition of law milk(%)

Fat	Protein	Lactose	Ash	S.N.F*	T.S**	Moisture
3.5	3.3	4.7	0.7	8.7	12.2	87.8

* S.N.F : Solid Not Fat ; ** T.S : Total Solid

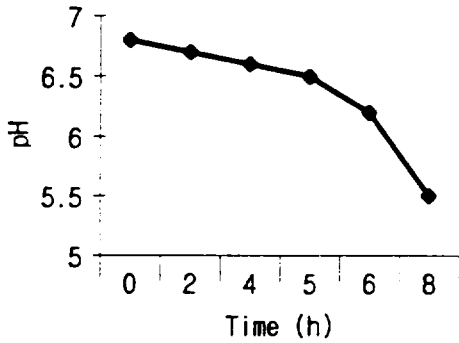


Fig. 1 Acid development profile of CRC 261(LB)

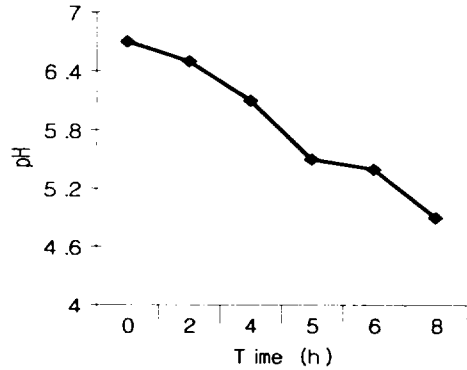


Fig. 3 Acid development profile EZAL (LH)

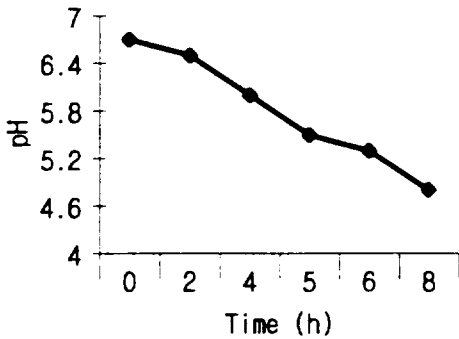


Fig. 2 Acid development profile LACTO-PROX MT 1003 (LC)

③ 유산균-3(이하 TA-LH)

Str.thermophilus TA504와 *L.helveticus* LH 100 (EZAL) 혼합균주를 사용했다 (Fig. 3).

각각의 균주는 혼합되어 Vat에 직접 첨가하여 사용할 수 있는 동결건조된 균주를 10% NDM, MRS 혹은 Basal media에서 증식(Wright and Klacnhammer, 1984) 시켜 사용했다. 본 실험에서는 Fig. 1, 2, 3 에서와 같이 탈지유를 멸균 후 37℃를 유지하여 균주를 접종하고는 pH 5.5될 때까지 배양했다. TA-LB의 pH 5.5에

도달하는 시간은 8시간, TA-LC는 5시간, TA-LH는 5시간이 소요되었으며 균주활력은 TA-LH, TA-LC에서 왕성하게 일어나는 것을 알 수 있었다.

3) Rennet

용유효소(Josef Hundsbichier, Austria)는 Calf Rennet(Chymosin: 95±5; Pepsin, 5%±5%)을 원유 5,000 l에 135 g을 냉각수와 1:20으로 희석하여 즉시 사용했다.

2. 실험방법

1) 공시 Mozzarella cheese 제조 및 조건

5,000 l Vat에서 원유의 Casein:Fat의 비율을 1:1.2로 표준화하여 75℃/15sec 동안 살균 처리하여 만들었다.

살균된 원유는 34℃로 냉각하여 stainless steel cheese vat로 이송 후 citric acid (1)와 증류수(10)를 첨가하여 pH 6.0으로 조정하였다.

20 l 스테인레스 통에서 배양한 균주 (*L.delbrueckii* ssp *bulgaricus*, *Str.*

salivarius ssp. thermophilus)를 (LB), *S.thermophilus* TA 054 과 *L.helveticus* LH 100 (LH), *L.Lactisssp cremoris*, *Str.thermophilus*(LC)를 접종하여 34°C에서 1시간 동안 배양했다.

Calf-Rennet(Josef Hundsbichier, Austria)는 Calf Rennet (Chymosin, 95 ±5; Pepsin, 5%±5%)을 원유 5,000 ℓ에 135 g을 냉각수와 1:20으로 희석하여 첨가 한 다음 20분 동안 정치했다. 커드는 정치 한 후 0.7~1.2cm cube로 절단하고는 30분 동안 커드를 왕성하게 교반하면서 43°C 까지 서서히 가온 했다.

가온 온도는 수분 제거에 영향을 주고, 수분함량의 차이는 Mozzarella cheese의 기능성에 중요한 역할을 하며, 가온 온도는 기능적 특성과 단백질분해의 차이로 인해서 cheese의 화학적 조성에 영향을 미친다(Van Slyke and Price, 1952).

유청은 43°C의 pH 6.0(Perry et al., 1997), pH 5.9(Merrill, 1994; Keller, 1974)되었을 때 유청은 Vat에서 배출되어졌다. pH 5.5으로 떨어질 때 까지 퇴적 및 반전을 되풀이 하여 커드 덩어리가 부드럽고 탄력적으로 될 때 67°C의 신선한 물로 Stretching한다. Stretching 온도를 65°C이하로 유지되었을 때 냉장하는 동안에 Mozzarella cheese에서 Rennet의 단백질분해에 중요하게 영향을 미친다고 Creamer(1976)은 보고했다.

700g 원통형으로 성형된 커드 덩어리는 커드를 단단하게 하기 위해서 포화된 NaCl, 5°C 냉각 염지에서 2시간 동안 담겼다. 모든 치즈 제조에 사용했던 염지는 소금을 첨가하면서 재사용하였다. Cheese

덩어리는 4°C 이하 숙성실에서 검사할 때까지 저장하였다.

치즈 제조 공정은 Quarne(1968)과 Micketts(1974)에 의한 방법과 상업용 치즈 제조공정을 응용하면서 Fig. 4와 같이 생산하였다.

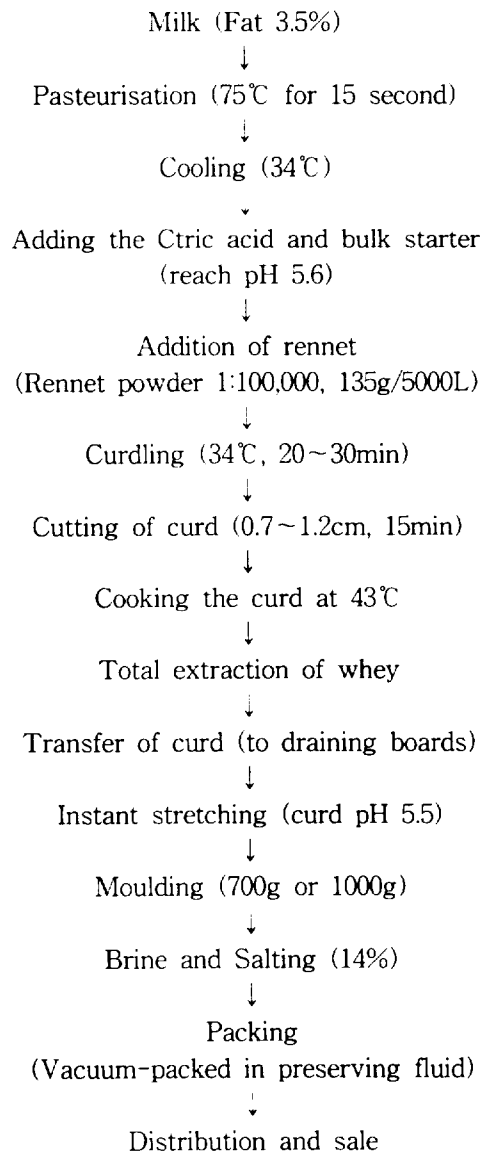


Fig. 4 Chart for Mozzarella processing using citric acid

2) 일반성분분석

원유의 일반성분은 Milko Scan 133B (A/S N.Foss Electric, Denmark), 제조 중 pH는 Mettler Delta 340(UK.REV.B)으로 측정했으며 Cheese의 분석은 제주 낙농축협 치즈공장에서 각각의 균주 종류를 달리하여 생산한 700g 원통형 cheese를 2시간 염지 후 세 개의 cheese block을 진공 포장한 후 4°C에서 1일 냉장 보관하여 단백질, 지방, 수분, NaCl를 분석했으며 나머지는 0, 1, 2, 4주 동안 숙성시켰다.

치즈는 저장 1일 후에 Vacuum Oven를 이용하여 수분을 분석했으며 수분은 무게 손실량으로서 측정했다(A.O.A.C, 1995).

단백질 함량은 시료 1g에 촉매제(셀레늄) 2 tablet, 황산 14ml을 넣고 420°C에서 50분간 분해한 다음 Kjejdahl(Kjeltec 2300 : Foss)를 이용하여 질소량을 정량한 후 Cheese 1g당 질소량(mg)으로 환산하였다(김, 1976; A.O.A.C, 1995). 지방함량은 Soxhlet법(Soxtec Avanti 2050 : Foss)을 이용하여 측정했다.

3) NaCl 함량의 분석

ASDT(1966)의 방법에 따라 약 2g의 치즈를 균질한 후 100ml의 증류수를 넣고 boiling한 후 냉각하여 이 용액에 25% potassium chromate을 소량첨가한 후 떨어뜨리고 0.71 N silver nitrate로 적정하였다.

4) pH 측정

Salvello 와 Ernstrom(1989)의 방법을

응용하여 8g의 Cheese 시료를 증류수 15 ml에 넣고 균질하여 Cheese Slurry를 조제하여 측정하였다.

5) Meltability

Olsen과 Price(1958), Savello와 Ernstrom(1989)에 의해서 개발된 방법을 응용하여 Meltability를 측정하였다.

직경 30mm, 높이 20mm 중량 $15 \pm 0.2g$ 의 원통형 Cheese 시료를 melting tube의 reference line 끝에 놓고 실리콘 마개로 막은 후 기울기 45°의 Tilt-control rack에 놓고 $100 \pm 1^\circ C$ 의 dry oven에서 22분간 가열한 후 상온에서 냉각시켜 cheese의 흐름을 멈추게 하였다. 측정은 reference line부터 흘러간 거리(cheese flow)까지를 측정하여 milimeter로 나타내었다.

6) Free oil(FO)의 측정

시료 18g을 5mm 이하로 잘게 분쇄하여 50% Paley-Babcock bottle에 넣어 4분간 74°C의 Water bath에 넣어 침지시킨 후, 57.5°C의 증류수 20ml를 첨가한 후 즉시 10분간 원심분리 하였다. 증류수와 methanol의 1:1(v/v) 혼합용액을 Babcock bottle의 눈금 상층부까지 첨가까지 첨가하여, 2분간 원심분리하고 10초간 가볍게 두들긴 후, 다시 2분간의 원심분리와 10초간 흔들고, 마지막으로 5분간 57.5°C의 Water bath에서 유화시킨 후, meniscus의 눈금을 판독하는 Kindstedt와 Rippe(1990)의 방법을 응용하여 사용하였다.

7) 색도의 측정

Color 차이는 색도 측정방식으로서

Spectro-Colorimeter로 측정하였다.

Yellow에서부터 blue까지 색 변화의 차이를 가리키는 b값은 Hunter color에서의 차이를 측정하는데 이용되어졌다. Cheese 시료는 Hunter color에 대해 1, 2, 4주 분석했다.

8) Texture

Harvey 등(1982)의 방법을 응용하여 제조된 시료를 4℃ 냉장실에 24시간 동안 넣어둔 다음, 실온에서 5분간 방치한 후 직경 25mm의 probe를 이용하여 두께 20mm의 치즈를 Rheometer(Stable Micro System, England)를 사용하여 Hardness, Adhesiveness, Cohesiveness, Gumminess, Chewiness를 측정하였다.

9) 수용성 질소 화합물

Cheese 10g에 증류수 200ml를 넣어 균질화 한 후 4,000×G에서 20분간 원심분

리하여 지방을 제거후 여과지(Whatman No. 2)로 여과하여 Kjeldahl 방법으로 질소량을 정량한 후 Cheese 1g당 질소량(mg)으로 표시하였다(김, 1976).

10) 비단백태 질소 화합물 정량

수용성 화합물 정량에 사용 후 cheese 추출액 5 ml 에 24% TCA 5ml을 첨가하여 0℃에서 15분간 방치 한 후, 4,000rpm으로 15분간 원심분리 한 후 상정액을 수집하여 질소를 정량한 후 총질소 중 %로 표시하였다(이 등, 1938).

11) 주사 전자 현미경 (Scanning electron microscope. SEM)

각 숙성기간의 치즈 시료를 2×2×6mm가 되도록 자른 후 2~3%의 Glutaraldehyde에서 고정시킨 후 4℃에서 6시간 건조시켰으며 증류수로 세척하였다. 후 고정으로 1~2% Osmic acid로 1~2시간

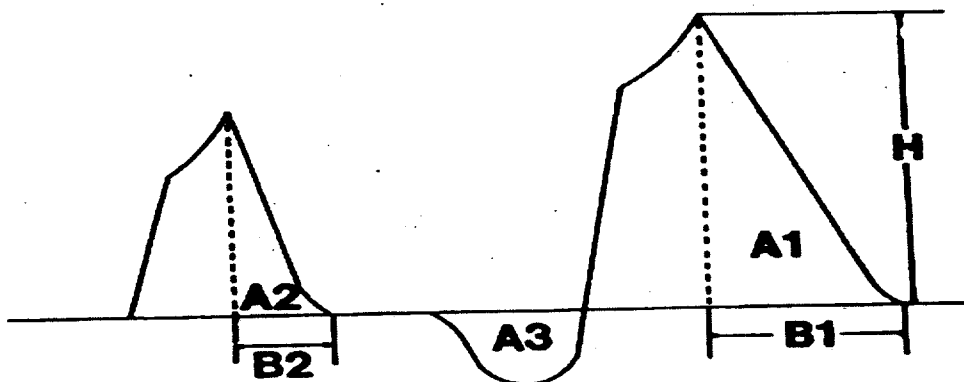


Fig. 5 Typical curve of the cheese measured by the rheometer testing machine

Hardness : H , Cohesiveness : A2/A1, Springness : B2/B1

Gumminess : Hardness×Cohesiveness

Chewiness : Hardness×Cohesiveness×Spring

정도 고정 시킨 후 증류수로 세척 후 50, 75, 85, 95, 100% Ethyl alcohol에서 각각 40분 동안 탈수하고, 50, 80, 100% Isoamyl alcohol acetate에서 40분 동안 교환했다. Critical point dryer(HCP-2, HITACHI)에서 20분 동안 건조시킨 후 Ion sputter(E-1010, HITACHI) 120초에서 금속화 시킨 다음 주사현미경(S- 2460N, HITACHI JAPAN)에서 촬영하였다.

12) 전기영동

전기영동은 Farkye 등(1991)의 방법에 따라 치즈 0.2g에 Tris buffer(pH 6.8, 8M urea) 10ml를 첨가하여 균질한 후 FPLC 처리용 시료에 0.1ml mercaptoethanol을 첨가하여 40℃에서 45분간 정치 후 pharmacia 사의 native-PAGE separation technique 1 ml를 취해 tracking dye(10% sucrose 용액에 bromophenol blue를 1% 녹임) 0.1ml를 첨가한 후 20 μ l를 loading하였다.

13) FPLC

Cheese 2g을 6.6M Urea, 0.112M Tris, 0.112M acetate buffer(pH 6.4) 20ml에 용해하여 균질한 후 10,000g에서 10분간 원심분리하여 지방을 제거하였으며 상정액을 0.2 μ m membrane filter로 여과한 다음 FPLC(Pharmacia LKB LCC 500Plus, Sweden)를 사용하여 용출시켰다. FPLC의 분석조건은 Table 2와 같다.

14) Pizza Topping

숙성된 crust 위에 치즈시료 10g을 topping한 후 460°F 온도로 conveyer oven에서(Middle by Marchall) 5분간 구

Table 2. Operation conditions of FPLC for Pizza cheese

Items	Condition
Column	Mono Q HR 5/5
Flow rate	1ml/min
Fraction size	1ml/min
Mobile phase	6.6M Urea, 0.112M Tris, 0.112M acetate, pH6.4
Injection volume	1ml

운 후 사진을 촬영하였다.

15) 관능검사

TA-LH, TA-LB, TA-LC의 균주로 제조된 Mozzarella Cheese를 1, 2, 4 주 동안 냉장실에서 숙성시킨 다음 -25℃ 냉동기에서 급냉동하여 저장했다.

균주종류와 숙성기간에 따른 치즈를 동시에 관능검사를 하기 위해 냉동 보관된 치즈를 4℃의 냉장실에서 12시간 해동 후 Pizza Restaurant에서 Pizza Pie를 하고 즉시 제주대학교 동물자원과학과 생산물학실험실로 옮겨 대학원생 및 학생 25명을 검사원으로 선정하여 IFT Sensory Evaluation Method(1979) 및 Davis와 Law(1984)의 방법에 따라 5점을 사용하여 Table 3과 같이 측정하였다.

16) Statistical Analysis

분산분석은 종속변수 pH, Texture, Meltability, NaCl, Cook Color 에 대해 분리하였다. 각 균주종류의 3회 반복한 독립변수가 있으며 각 독립변수는 0, 1, 2, 4 주에 측정 되어졌다.

상관계수, 평균, 분산분석은 Statistix

Table 3. Sensory evaluation of Pizza cheese samples

Score	Flavour	Texture*
1	None	Very much poorer
2	Mild	Slightly poorer
3	Medium	Moderate
4	Pronounced	Slightly better
5	Very pronounced	Very much better

*Blistering : Not more than 5% of surface area covered by blister

blisters light brown color not exceeding dime-size

Melting : All cheese is melted Uniform color and texture

Stretching : Cheese strand should stretch 6"(150mm) or more

프로그램의 One-Way-Aov를 이용하여 계산되어졌다. 그리고 유의성 검정은 $P < 0.05$ 수준에서 LSD(T)법을 이용하여 검정하였다.

제조직후 Cheese의 일반조성은 Table 4와 같다. Cheese의 제조직후에서 수분은 LH, LB, LC가 46.97, 41.70, 48.82로 Nieradka 등(1979)의 보고한 49.60%와 LC가 유사하고, Kosikowi (1982)가 발표한 47.00, 47.30은 LH와 유사했으며, LB는 상대적으로 매우 낮았으며, 숙성기간의 진행과 더불어 지방함량이 증가한다는 이 등(1996)의 보고와는 모든 균주에

Ⅲ. 結果 및 考察

1. Mozzarella cheese의 일반 조성

Table 4. Chemical composition of Mozzarella cheese made with different three starter culture and 4 week of storage at 4°C

Starter Type	Ripening Period	moisture	protein	fat	Nacl
LH	0 Week	46.97 ± 0.12	22.63 ± 0.03	19.08 ± 0.03	0.50 ± 0.01
	1 Week	47.00 ± 0.01	22.13 ± 0.03	16.19 ± 0.04	0.50 ± 0.02
	2 Week	44.20 ± 0.01	22.79 ± 0.02	16.70 ± 0.02	0.61 ± 0.01
	4 Week	45.47 ± 0.01	22.51 ± 0.01	16.54 ± 0.02	0.61 ± 0.02
LB	0 Week	41.70 ± 0.01	23.55 ± 0.02	22.08 ± 0.04	0.58 ± 0.01
	1 Week	43.02 ± 0.03	23.42 ± 0.03	19.11 ± 0.03	0.55 ± 0.01
	2 Week	45.77 ± 0.03	20.64 ± 0.04	16.72 ± 0.04	0.50 ± 0.01
	4 Week	40.68 ± 0.66	21.61 ± 1.76	19.91 ± 0.02	0.65 ± 0.01
LC	0 Week	48.82 ± 0.03	19.81 ± 0.02	20.67 ± 0.03	0.58 ± 0.01
	1 Week	47.62 ± 0.03	21.07 ± 0.03	19.76 ± 0.02	0.60 ± 0.01
	2 Week	40.37 ± 0.02	24.46 ± 0.02	17.84 ± 0.02	0.65 ± 0.01
	4 Week	48.29 ± 0.02	21.27 ± 0.03	18.58 ± 0.03	0.55 ± 0.01

Table 5. Meltability for Mozzarella cheese made with different starter

Ripening Period	Starter Type	pH	Meltability (cm)
0 W	LH	5.50	2.49 ± 0.03 ^a
	LB	5.51	1.87 ± 0.03 ^b
	LC	5.20	2.74 ± 0.38 ^a
1 W	LH	5.51	4.72 ± 0.05 ^b
	LB	5.58	2.09 ± 0.07 ^c
	LC	5.28	8.57 ± 0.05 ^a
2 W	LH	5.55	7.25 ± 0.05 ^b
	LB	5.67	2.17 ± 0.07 ^c
	LC	5.50	11.07 ± 0.05 ^a
4 W	LH	5.58	11.09 ± 0.09 ^b
	LB	5.70	2.57 ± 0.04 ^c
	LC	5.56	15.11 ± 0.03 ^a

abc Means within the same row without a common superscript differ (p<0.05)

서 달랐으나 수분함량이 감소한다는 보고와는 유사하였다.

단백질은 Nieradka 등(1979)이 보고한 26.60%와 김 등(1991)이 발표한 23.58% 보다 낮게 나타났으며 특히 LC로 제조된 Mozzarella cheese에서 19.81%로 아주 낮게 나타남을 알 수 있다.

Nieradka 등(1979)은 지방 20.80%, NaCl 2.00% 이라고 보고하였다. 본 실험에서는 LH, LB, LC로 제조된 cheese의 지방은 19.08, 22.08, 20.67%이고, NaCl은 0.50, 0.58, 0.58%로 각각 나타나 일반적으로 지방 함량은 유사하나 NaCl은 상대적으로 낮음을 알 수 있다.

2. Meltability와 pH

1) Meltability

제조직후의 치즈 meltability는 조직이 거칠고 탄력성이 높으며 stretching이 떨

어지는 약간의 과립 모양으로 되어 Pizza 재료로서 적합하지 않았으나 일정 기간 숙성시 조직이 개선되었다. 저장기간별 균주간에 meltability, pH는 Table 5 과 같다.

제조직후 LH, LC간에 유의차는 인정되지 않았으나, 1, 2, 4주 숙성기간이 진행됨에 따라 각 균주간에 유의차가 있었으며(p<0.05), 특히 Pizza Pie했을 때 LB의 meltability가 타 균주에 비해 훨씬 낮아 Stretching이 저하되는 문제가 발생함에 따라 LB는 숙성기간을 늘려야 될 것으로 사료된다. 반면에 LC의 Meltability는 숙성 4주째 15.11cm로 과도하게 흘러내리는 문제가 발생됨에 따라 숙성기간을 2주로 제안하는 것이 Pizza 용 재료로 적합할 것으로 사료된다. 각 균주내에서 숙성기간에 따른 Meltability의 비교는 Table 6과 같다.

Table 6. Comparison of meltability of Mozzarella cheese and 4 weeks of storage at 4°C

Starter Type	Ripening Period			
	0 Week	1 Week	2 Week	4 Week
LH	2.49±0.04 ^d	4.72±0.03 ^c	7.25±0.05 ^b	11.09±0.09 ^a
LB	1.87±0.03 ^c	2.09±0.07 ^b	2.17±0.07 ^b	2.57±0.04 ^a
LC	2.74±0.38 ^d	8.57±0.05 ^c	11.07±0.05 ^b	15.11±0.03 ^a

abc Means within the same row without a common superscript differ (p<0.05)

McMahon 등(1996)이 C:F(casein to fat ratio)를 달리 제조한 치즈의 균주의 숙성기간에 따라 유의성 없는 것과는 달리 LB에서 1주와 2주 사이를 제외하면 각 균주는 숙성기간별로 유의성이 인정되었다(p<0.05).

LB이외의 균주는 숙성기간에 따라 현저히 증가하여 4주 숙성후 Meltability 8~14cm 범위에 있다고(McMahon et al, 1996)한 보고와 일치하였다. 따라서 LH,

LC의 숙성적기는 각각 2주 11.07, 4주 11.09cm이다. LC의 4주째는 15.11cm로 과숙성으로 인하여 과도하게 흘러내리는 결점이 나타났고, LB는 1.87~2.57cm로 Meltability가 저하되어 Stretching 감소 및 Shredding의 결점이 발생함에 따라 치즈제조시 LC는 균주의 양을 줄이고 배양 시간을 단축시켜야 될 것이며 반면에 LB는 균주의 전배양과 본배양을 충분히 한다 면 이러한 결점을 개선되리라 본다.

Table 7. Hunter color values of Mozzarella cheese

Starter Types	Ripening Period	Hunter Color*		
		L	a(-)	b(+)
LH	1 Week	78.21±0.10 ^a	1.03±0.02 ^c	6.64±0.05 ^c
	2 Week	61.88±0.48 ^c	1.18±0.04 ^b	10.33±0.02 ^a
	4 Week	76.25±0.42 ^b	1.82±0.02 ^a	10.12±0.04 ^b
LB	1 Week	84.81±0.02 ^a	2.27±0.02 ^a	11.11±0.03 ^a
	2 Week	71.34±0.02 ^c	2.14±0.02 ^b	10.54±0.02 ^c
	4 Week	71.94±0.02 ^b	1.98±0.01 ^c	10.65±0.02 ^b
LC	1 Week	72.37±0.02 ^b	1.22±0.02 ^c	11.77±0.01 ^a
	2 Week	68.33±0.01 ^c	2.04±0.01 ^a	9.24±0.02 ^b
	4 Week	74.21±0.03 ^a	1.32±0.03 ^b	8.82±0.04 ^c

*Hunter color-color was measured by chroma-meter

L value(light to dark), a value(green to red), b value(blue to yellow)

Values in the colum with different superscripts differ significantly (p<0.05)

Table 7. L, a and b value's of Mozzarella cheese stored 4°C up to 4 Week

Hunter Color	Starter Type	1 Week	2 Week	4 Week
L	LH	78.21 ± 0.10 ^d	61.88 ± 0.48 ^c	76.25 ± 0.42 ^a
	LB	84.81 ± 0.02 ^a	71.34 ± 0.02 ^a	71.94 ± 0.02 ^c
	LC	72.37 ± 0.02 ^c	68.33 ± 0.01 ^b	74.21 ± 0.03 ^d
a(-)	LH	1.03 ± 0.02 ^c	1.18 ± 0.04 ^c	1.82 ± 0.02 ^b
	LB	2.27 ± 0.02 ^a	2.14 ± 0.02 ^a	1.98 ± 0.01 ^a
	LC	1.22 ± 0.02 ^b	2.04 ± 0.01 ^b	1.32 ± 0.03 ^c
b(+)	LH	6.64 ± 0.05 ^c	10.33 ± 0.02 ^b	10.12 ± 0.04 ^b
	LB	11.11 ± 0.03 ^b	10.54 ± 0.02 ^a	10.65 ± 0.02 ^a
	LC	11.77 ± 0.01 ^a	9.24 ± 0.02 ^c	8.82 ± 0.04 ^c

*Hunter Color indices were L value(light to dark), a value(green to red), and b vaule(blue to yellow)

Values in the same colum with different superscripts differ significantly (p<0.05)

2) pH

제조직 후 pH는 숙성이 진행됨에 따라 변화 하였으며(Table 5), LH, LB, LC의 pH는 5.50~5.58, 5.51~5.70, 5.20~5.56으로 균주간에 별차이가 없었으나 숙성이 진행됨에 따라 서서히 증가 하였으며 김 등(1991) 타 연구자들의 보고와 같은 범위에 있음을 알 수 있다.

3. Hunter 색상도

Chroma-meter로 측정한 Mozzarella cheese의 Hunter 색상도는 Table 7과 같다.

Mozzarella cheese의 표면은 얇고 부드러우며 빛나는 색깔을 지니고 있다(Christiam, 1984). Johnson과 Olson(1985)은 Hunter Lab Colorimeter를 이용하여 cooking하는 동안에 Mozzarella cheese에서 galactose 농도와 brown

color 명암도 사이에 양성(positive)의 상관관계가 있는 것을 알았다. Bley 등(1985)은 열을 가했을 때 brown으로 변화하는 cheese의 특이한 현상을 설명하기 위한 방법의 개선을 위하여 Hunter Lab를 이용했다.

Table 7에서 숙성이 진행됨에 따라 LH의 L은 61.88~78.21, a (lightness)는 1.03~1.82, b(yellowness)는 6.64~10.33로 저장기간에 따라 각각 유의차를 나타내고 있다(p<0.05). LB의 L은 71.34~84.81, a는 1.98~2.27, b는 10.54~11.11로 나타나며, LC의 L은 68.33~74.21, a는 1.22~2.04, b는 8.82~11.77로 각 균주의 숙성에 따라 parameter에 대해서 숙성기간에 따른 유의성이 있는 것으로 나타났다(p<0.05).

L에서 1 주때 LH, LB, LC는 78.21, 84.81, 72.37로 LB의 균주값이 높게 측정되어 치즈의 밝은색을 나타내었다. a는

숙성기간에 따라서 LH는 증가하고 LB는 감소하는 것을 나타내었다.

김 등(1991)이 국산 Mozzarella cheese의 색상을 조사한 결과 L 은 77.14~90.이며, a는 2.53~4.18, b는 9.73~21.22 이다. 본 실험에서는 LC를 제외한 두 균주는 같은 범위에 있었으며 a는 낮았고, b은 동일 범위내에 있음을 알 수 있었다. 숙성 기간 중 균주간 L, a, b값의 비교는 Table 8와 같다.

L, a, b는 숙성기간 1, 2, 4주에 따라 각 균주간에 유의성이 인정되었다.(p<0.05)

4. 조직의 변화

Pizza 원료용으로서 Mozzarella cheese는 균일되게 녹거나 제품위에 골고루 뿌

리기 위해서 Diced 혹은 Shred 작업을 했다. Shred cheese는 unmelted Mozzarella cheese의 조직을 평가하는데 중요하게 이용되어졌다(Masi and Addeo, 1986 ; Tunick et al., 1991). 제조된 Mozzarella 치즈의 숙성기간에 따른 조직 측정 결과는 Table 9과 같다.

숙성기간 0, 1, 2, 4주 동안에 LH, LB, LC의 Hardness는 각 균주 종류와 숙성기간에 따른 유의차가(p<0.05) 있었으며, Cohesiveness는 LH에서 0~1주에서는 유의차가 없으나 2~4주에서는 유의차가 있는 것으로 나타났다. 그리고 LB, LC에서 숙성기간에 따라 유의성이 있는 것으로 나타났다(p<0.05). Springness에서의 LH는 0~2주 까지는 숙성 기간에 따라 유의차(p<0.05)를 보였으며 1주와 4주는

Table 9. Texture pioperties of Mozzarella cheese

Starter Type	Rippering Period	Hardness (kg/cm ²)	Cohesiv-ness	Springness (cm)	Gumminess (kg/cm ²)	Chewiness (kg/cm ²)
LH	0 Week	13.12±0.12 ^a	0.75±0.03 ^a	0.92±0.02 ^a	9.88±0.25 ^a	9.12±0.34 ^a
	1 Week	12.71±0.03 ^b	0.77±0.02 ^a	0.71±0.01 ^b	9.83±0.24 ^a	6.98±0.21 ^b
	2 Week	5.94±0.03 ^c	0.66±0.02 ^b	0.56±0.02 ^c	3.92±0.14 ^b	2.21±0.11 ^c
	4 Week	0.41±0.01 ^d	0.51±0.02 ^c	0.73±0.02 ^b	0.21±0.01 ^c	0.15±0.01 ^d
LB	0 Week	18.94±0.14 ^a	0.67±0.02 ^b	0.62±0.02 ^d	12.76±0.49 ^a	7.86±0.04 ^a
	1 Week	14.89±0.03 ^b	0.73±0.02 ^a	0.71±0.01 ^b	10.92±0.34 ^b	7.79±0.34 ^a
	2 Week	8.48±0.02 ^c	0.68±0.01 ^b	0.65±0.02 ^c	5.77±0.09 ^c	3.77±0.12 ^b
	4 Week	3.72±0.02 ^d	0.61±0.02 ^c	0.81±0.02 ^a	2.28±0.06 ^d	1.86±0.04 ^c
LC	0 Week	7.2±0.02 ^a	0.67±0.02 ^b	0.78±0.02 ^a	4.85±0.14 ^a	3.77±0.10 ^a
	1 Week	6.44±0.02 ^b	0.72±0.02 ^a	0.65±0.02 ^b	4.66±0.02 ^b	3.04±0.03 ^b
	2 Week	0.63±0.02 ^c	0.57±0.01 ^c	0.64±0.02 ^b	0.36±0.14 ^c	0.23±0.01 ^c
	4 Week	0.48±0.01 ^d	0.47±0.02 ^d	0.56±0.01 ^c	0.23±0.02 ^c	0.13±0.01 ^d

abc Means within the same row without a common superscript differ (p<0.05)

Table 10. Textural properties of the cheese during the ripening periods

Ripening Period	Starter Type	Hardness (kg/cm ²)	Cohesiveness	Springness (cm ²)	Gumminess (kg/cm ²)	Chewiness (kg/cm ²)
0 Week	LH	13.12 ± 0.12 ^D	0.75 ± 0.03 ^a	0.92 ± 0.02 ^a	9.88 ± 0.25 ^D	9.12 ± 0.34 ^a
	LB	18.94 ± 0.14 ^d	0.67 ± 0.02 ^b	0.62 ± 0.02 ^c	12.76 ± 0.49 ^a	7.86 ± 0.04 ^D
	LC	7.2 ± 0.02 ^c	0.67 ± 0.02 ^b	0.78 ± 0.02 ^b	4.85 ± 0.14 ^c	3.77 ± 0.10 ^c
1 Week	LH	12.71 ± 0.03 ^D	0.77 ± 0.02 ^a	0.71 ± 0.01 ^a	9.83 ± 0.24 ^D	6.98 ± 0.21 ^D
	LB	14.89 ± 0.03 ^a	0.73 ± 0.02 ^D	0.71 ± 0.01 ^a	10.92 ± 0.34 ^a	7.79 ± 0.34 ^a
	LC	6.44 ± 0.02 ^c	0.72 ± 0.02 ^D	0.65 ± 0.02 ^b	4.66 ± 0.11 ^c	3.04 ± 0.03 ^c
2 Week	LH	5.94 ± 0.03 ^D	0.66 ± 0.02 ^a	0.56 ± 0.02 ^b	3.92 ± 0.14 ^c	2.21 ± 0.11 ^a
	LB	8.48 ± 0.02 ^a	0.68 ± 0.01 ^a	0.65 ± 0.02 ^a	5.77 ± 0.09 ^a	3.77 ± 0.12 ^D
	LC	0.63 ± 0.02 ^c	0.57 ± 0.01 ^b	0.64 ± 0.02 ^a	0.36 ± 0.14 ^D	0.23 ± 0.01 ^D
4 Week	LH	0.41 ± 0.01 ^c	0.51 ± 0.02 ^b	0.73 ± 0.02 ^b	0.21 ± 0.01 ^D	0.15 ± 0.01 ^D
	LB	3.72 ± 0.02 ^a	0.61 ± 0.02 ^a	0.81 ± 0.02 ^a	2.28 ± 0.06 ^a	1.86 ± 0.04 ^a
	LC	0.48 ± 0.01 ^D	0.47 ± 0.02 ^c	0.56 ± 0.01 ^c	0.23 ± 0.02 ^D	0.13 ± 0.01 ^D

abc Means within the same row without a common superscript differ (p<0.05)

비슷하게 나타났다. LB에서는 모든 숙성 기간에서 유의성이 있는 것으로 나타났으며(p<0.05), LC의 1주와 2주에서는 유의차가 없었고 나머지 기간에서는 유의성이 있는 것으로 나타났다(p<0.05). Gumminess는 숙성 2주까지는 별로 차이가 없었으나 그 이후로는 급격히 감소하였다(P<0.05). Chewiness의 숙성기간에 따라 LB의 0~1주를 제외하고는 모든 숙성 기간에 따라서 감소가 두드러지는 것을 볼 수 있다(p<0.05). 숙성기간에 따른 각 균주간의 조직 비교는 Table 10과 같다.

0, 1, 2, 4주간 숙성하는 동안에 LH, LB, LC의 Hardness는 각 균주 종류와 숙성기간에 따라 상호 유의차를 보였다(p<0.05). Cohesiveness는 0~1주에서 LH, LB, LC사이 그리고 2주에서는 LH, LB

와 LC간에 4주에서 모든 유산균에서 유의차가 인정되었다(p<0.05). Springness는 0주와 4주 모든 균주에 따라 유의성이 있는 것을 볼 수 있고 1주에서는 LH, LB와 LC사이, 2주에서는 LH와 LB, LC간에 유의차가 나타났다(p<0.05). Gumminess는 0~2주에서 LH, LB, LC의 각 균주간에 유의차가 있으며 4주에서는 LH, LC와 LB간에 유의차가 인정되었다(p<0.05). Chewiness는 0~1주에서 LH, LB, LC의 각 균주간에 유의차가 인정되었고 2, 4주에서 LH와 LB, LC, LH, LC와 LB 간에 유의차가 나타났다(p<0.05).

제조 후 1일의 Hardness의 LH, LB, LC는 13.12, 18.94, 7.20kg/cm²로 LC가 낮게 나타났다. 이것은 pH와 meltability가 낮기 때문으로 사료된다. 그리고 Hardness는

숙성하는 동안에 점차적으로 감소하면서 4주에서는 LH, LB, LC의 모든 유산균에서 큰 차이로 감소하는 것을 볼 수 있었다.

Cohesiveness는 1일에 LH, LB, LC가 0.75, 0.67, 0.67로 균주 종류에 따른 유의성이 없는 것으로 나타났으며 숙성 4주에는 모든 유산균으로 제조된 cheese에서 아주 적게 감소했다. springnes는 LH, LB, LC가 0.92, 0.62, 0.78cm로 LH에서 높게 나타났고 Gumminess는 LH, LB, LC가 0.92, 0.62, 0.78cm로 LH에서 높게 측정되었다. 그리고 chewiness는 LH, LB, LC가 9.12, 7.85, 3.77kg/cm²로 LH에서 높게 나타났다. 특히 LC의 Hardness는 타 균주에 비해 숙성기간에 따라 매우 낮아 수분 보유력이 증가되는 요인으로 작용했으며, 숙성 2주째의 Cohesiveness, Springness, Gumminess, Chewiness은 다른 균주와 유사했다.

LH, LB, LC로 제조된 Mozzarella cheese의 숙성 진행에 따라 Hardness의 감소는 Tunick 등(1991)의 보고한 것과 일치했다. Law 와 Wigmore(1983)는 치즈에서 단백질 분해와 peptidase의 활성 비율의 주요 결정인자는 α_s -casein과 β -casein이며 이것들이 가수분해의 정도와 비율에 따라 녹는점과 조직의 특성이 달라져 치즈 수유율에 영향을 준다고 했다.

Di palma 등 (1987)은 Swiss cheese를 만들기 위하여 단백질 분해력이 강한 *L. helveticus*의 균주를 이용했으며 그리고 적은량이 단백질 분해 균주는 cheese 이용이 떨어진다고 보고했다. 이렇듯 균주 종류에 따라 조직의 차이가 발생하는 것은 간균과 구균의 비율, 균주의 양에 의

해서 나타나는 것으로 추측된다.

5. Pizza Topping

시료를 460 °F에서 5분간 Cooking한 후 사진을 촬영한 사진은 Fig. 6과 같다.

그림에서 보여주는 것처럼 blistering과 browning의 특징이 숙성에 기간에 따라 균주별로 다르게 나타났으며, 이와같은 현상은 Alvarez(1986)보고와 일치했다. 생산 후 1일 동안 냉장 보관하여 pizza를 구웠을 때 LH, LB, LC 모두에서 blistering과 browning의 증가하였으나, 숙성 4주에서는 LH, LC 쪽에서 blistering과 browning 현상이 크게 감소한 반면 LB은 뚜렷한 변화를 볼 수가 없었다.

이러한 현상은 pizza baking하는 동안에 잔여당이 cheese browning에 영향을 미치기 때문으로 생각되며 상업적 제조 분야인 Mozzarella cheese에서 잔여당 축적과 이용성에서 유산균은 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

대부분 *Str.thermophilus*의 균주는 galactose 물질을 대사로 변화 시킬수 없으며, *Str.thermophilus*에 의해 Lactose가 분해되었을 때 galactose가 배지에서 축적과 분비되는 동안에 Glucose의 일부분은 대사로 변화 되어진다.

*Lbulgaricus*는 또한 galactose 물질을 대사로 변화 시킬 수 없다는 것은 일반적으로 알려졌으며 *L.helveticus*는 galactose를 Lactose 물질로 대사 변화시킬 수 있고 그것은 Mozzarella cheese에서 효과적으로 galactose를 제한할 수 있다고 한

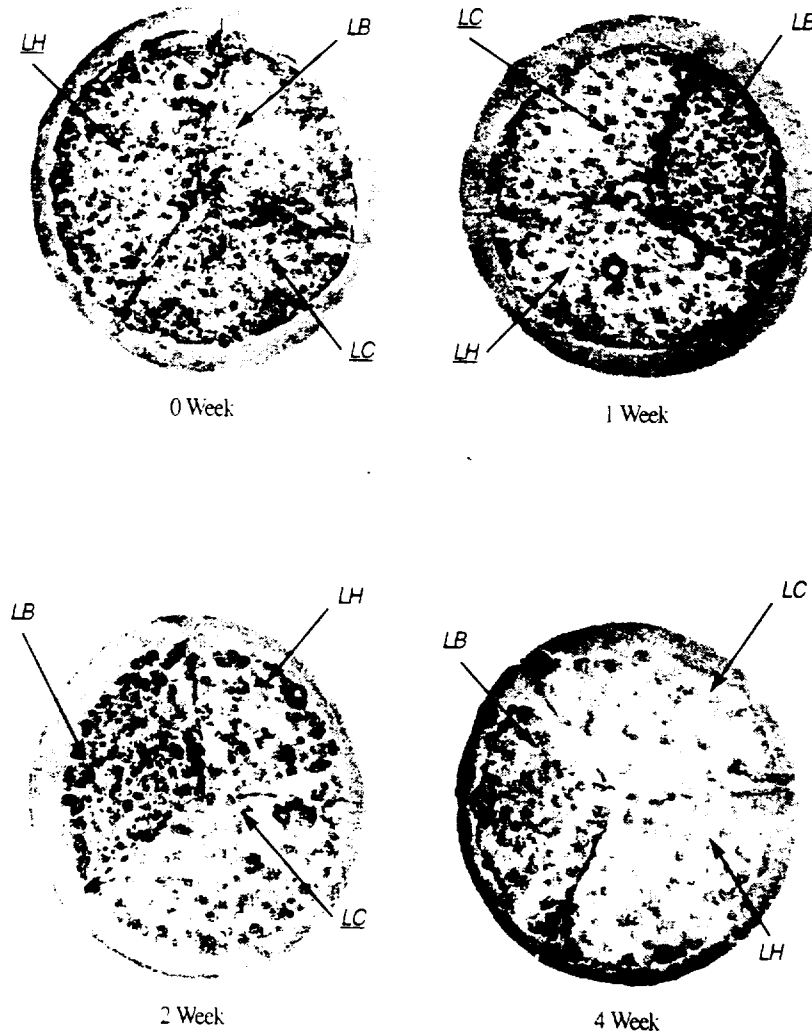


Fig. 6 The appearance of pizza topped with Mozzarella cheese made from LH, LB, LC starter culture into milk

다. 그리고 *L.Cremoris*는 단백질분해가 이루어진다고 보고했다(Wilster, 1980).

3종류 유산균 으로 만들어진 치즈는 저장 4주이상 기간에서 Cook Color는 감소하고 균주에 대한 유의차는 없었으나 기간에 대한 상호 작용하는 것에 대해서는 유의성이 있었다는 oberg 등(1991), Barbano 등(1995)의 발표 내용과는 다소

다르게 나타났다.

Barbano 등(1995)은 2차 단백질 분해효소는 Starter Culture에 의해 browning 특징을 개선하는데 중요한 역할을 수행한다고 보고했다. 결론적으로 Fig. 7에서 LC균주로 제조된 치즈는 숙성 2주, LH는 4주, LB는 4주이상 숙성시키는 것이 Pizza 재료용으로 적합한 것으로 나타났다.

6. 냉장 저장 기간에 따른 FO와 FOFB 생성량의 변화

Cheese의 용융시 생성되는 Free Oil(FO)은 오븐에서의 열처리에 의해 불안정한 Casein의 망상구조가 일부 깨지면서 Cheese 표면의 지방이 분리되거나 Oil Pockets이 축적되는 현상으로 Oiling Off 혹은 Fat Leakage라고도 불리워진다(Tunick, 1994). 과다한 FO의 생성은 최근의 저지방 다이어트 식품에 대한 소비자의 높은 관심으로 잘못 인식될 수 있다는 문제점 때문에 Pizza Pie의 외관상의 품질을 저하시키는 심각한 결함으로 인식되고 있다(Kindstedt and Rippe, 1990). Nilson(1974)은 FO의 생성이 Cheese중의 지방함량과 Casein에 대한 지방 비, 염분 농도, Cheese의 pH 및 숙성도 등에 영향

을 받는다고 하였다. 그후로 Kindstedt와 Rippe(1988), Kindstedt(1993)는 냉장 저장기간에 따른 FO의 생성량이 저장 4주 후 40~50%정도 증가하였다고 보고하였으며, Kindstedt와 Fox(1991)는 Fat on a Dry Basis(FODB)의 함량에 따라 크게 영향을 받는다고 하였다. Cheese의 숙성기간에 따른 FO와 FOFB의 생산량 변화는 Table 11과 같다.

FO 생성량은 숙성기간에 따른 LH, LC균주간에 유의성이 인정되지 않았으나, LB의 1, 4주간에서는 상호 유의차가 나타났다($p < 0.05$). 또한 FOFB의 생성량은 숙성기간에 따라 LH, LB간 유의성이 인정되지 않았으나 LC의 1, 2주사이에서 유의성이 인정되었다($p < 0.05$). LB의 4주를 제외하면 김 등(1997)이 보고한 FO와 FOFB의 생성량 4.60, 4.90, 5.10, 5.90

Table 11. FO and FOFB contents in Mozzarella cheese made with different three starter culture for refrigerated storage period

Starter Type	Ripening Period	FO ¹ (%)	FOFB ² (%)
LH	1 W	4.51 ± 1.01 ^a	24.53 ± 5.16 ^a
	2 W	5.74 ± 1.92 ^a	34.36 ± 11.44 ^a
	4 W	5.84 ± 1.88 ^a	35.23 ± 11.42 ^a
LB	1 W	5.28 ± 0.03 ^b	30.72 ± 2.81 ^a
	2 W	5.88 ± 0.66 ^{ab}	35.16 ± 3.90 ^a
	4 W	6.91 ± 0.86 ^a	34.72 ± 4.28 ^a
LC	1 W	7.47 ± 1.51 ^a	37.78 ± 7.61 ^b
	2 W	9.76 ± 0.69 ^a	54.69 ± 3.82 ^a
	4 W	8.32 ± 2.14 ^a	46.35 ± 9.94 ^{ab}

abc Means within the same row without a common superscript differ ($p < 0.05$)

1 FO = Free Oil Cheese

2 FOFB = Free Oil in Cheese Fat Basis

와 27.15, 28.93, 30.11, 34.83%로 숙성기간에 따라 증가한다는 것과 유사했다.

1, 2, 4주 숙성기간에 대한 LH, LB, LC간에 FO, FOFB의 생성량의 비교는 Table 12와 같다.

1주의 FO에서는 LH, LB와 LC의 FO에 대한 유의차는 인정되었으나 FOFB에서는 유의차가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 저장기간 2주의 FO와 FOFB는 LH, LB와 LC에서 유의차가 인정되었고 4주에서는 모든 균주에 대한 FO, FOFB에 대한 생성량에 대한 유의차가 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$). LH, LB, LC의 FO와 FOFB의 생성량은 제조직후와 비교했을 때 숙성기간이 증가함에 따라 4.51~5.84, 5.28~6.91, 7.47~9.76%와 24.53~35.23, 30.72~35.16, 37.78~54.69%로 점차 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 냉장 저장기간이 증가함에 따라

casein이 분해되어 유화능력이 감소되기 때문에 FO와 FOFB의 함량이 증가했다는 Kindstedt 등(1990), Kindstedt 등(1991), Tunick 등(1994)의 보고와 일치하였다. 특히 LC가 FO와 FOFB 생성량이 증가한 것은 숙성이 됨에 따라 타 균주에 비해 단백질분해가 왕성하여 Protein strand속에 serum과 섞여있는 지방이 밖으로 나오기 때문으로 추측된다.

7. 주사 전자 현미경

균주 및 숙성기간에 따른 미세구조를 조사하기 위해서 Cheese의 표면구조를 주사전자현미경으로 촬영하였다(Fig. 7). 그림에서 보듯이 현미경에서 나타난 고체덩어리인 Protein matrix 둘레에 많이 갈라진 틈과 움푹 패인 곳의 형태, 숫자의 차이가 다르게 나타나는 것을 볼 수

Table 12. FO, FOFB of the cheese during the ripening period

Ripening Period	Starter Type	FO ¹ (%)	FOFB ² (%)
1 W	LH	4.51 ± 1.01 ^b	24.53 ± 5.16 ^a
	LB	5.28 ± 0.03 ^b	30.72 ± 2.81 ^a
	LC	7.47 ± 1.51 ^a	37.78 ± 7.61 ^a
2 W	LH	5.74 ± 1.92 ^b	34.36 ± 11.44 ^b
	LB	5.88 ± 0.66 ^b	35.16 ± 3.90 ^b
	LC	9.76 ± 0.69 ^a	54.69 ± 3.82 ^a
4 W	LH	5.84 ± 1.88 ^a	35.23 ± 11.42 ^a
	LB	6.91 ± 0.86 ^a	34.72 ± 4.28 ^a
	LC	8.32 ± 2.14 ^a	46.35 ± 9.94 ^a

abc Means within the same row without a common superscript differ ($p < 0.05$)

1 FO = Free Oil Cheese

2 FOFB = Free Oil in Cheese Fat Basis

있다.

이러한 구조들은 Stretching 후에 cheese curd 안에 가두어져 있는 whey pocket, fat-serum관과 비슷하며 Nonfat cheese에서는 fold 숫자가 많지 않으며 크기도 작게 나타났다.

Salted cheese에서는 균일한 구조가 더 많이 나타났고, serum channel의 크기와 숫자가 다르게 나타나는 것은 숙성하는 동안에 기능적 변화 즉 paracasein matrix의 단백질분해로부터 유래된다고 추측했다(Paulson, 1998). 숙성함에 따라서 미세한 구조는 유공성이 점차적으로 확장되어지는 것을 모든 균주에서 볼 수 있었다.

이러한 변화들의 원인에 대해서 잘 알

려져 있지 않지만 gas 구성, 지방의 불안정화, Protein matrix의 단백질분해와 관련이 있는 것으로 추측된다. Paquet와 Kalab(1988)도 Mozzarella cheese에서 구멍이 많은 미세구조를 관찰했으며 그것은 지방액포와 관련이 있다고 보고했다.

Fig. 7에서 액포가 실질적으로 지방구로 나타났다면 숙성하는 동안에 크기와 숫자에서 점차적으로 증가되어질 것이며 지방구와 지방의 불안정화가 일어난다는 조건하에서 숙성과정에 따라 Free oil이 증가되는 것이 관찰되어질 것이다.

Nonstarter Lactobacilli 혹은 Streptococcus thermophilus에 의해 생성된 Carbon dioxide gas는 Curd에 축적되고 미세구조에서 gas pockets를 형성한다고

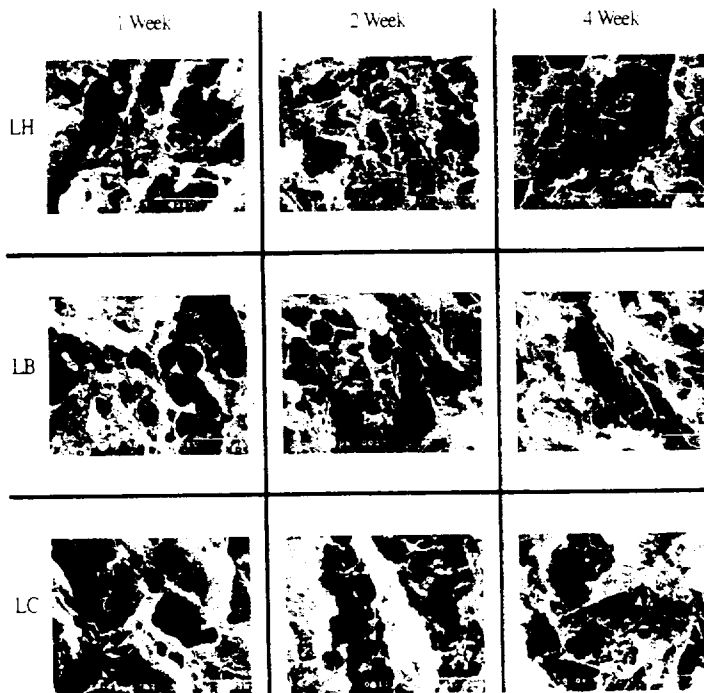


Fig. 7 Scanning electron micrographs of the microstructure of Mozzarella cheese made with TA-TB, LH, LC and 1, 2, 4 W of storage of 4°C

추측했다.

Taneya 등(1992)은 숙성함에 따라 Protein strand 가 그물망 처럼 가늘어지고 느슨해 질 뿐만 아니라 수분함량이 많아 조직을 부드럽게 하거나 푸석푸석하게 만들어 shred 성질을 나쁘게 만들고 단백질 strand의 유착을 방해하여 조직을 유연하게 하는 결점이 있다고 보고했다. 본 실험에서도 숙성이 진행됨에 따라 각각의 균주에서 세공성이 증가했으며 이로 인한 과도한 수분 분리가 나타났다. 또한 숙성기간에 따라서 LH, LB, LC의 Serum channel이 넓어 FO가 증가하는 요인이 될 것으로 사료되며 향후 Serum channel에 대한 연구가 FO, 수분 분리되는 현상을 규명하는데 도움 될 것으로 사료된다.

8. 수용성질소화합물 및 비단백태 질소화합물

균주와 숙성기간에 따른 수용성질소화합물 및 비단백태질소화합물 측정결과는 Table 13과 같으며 숙성기간별로 균주에 따른 변화는 Table 14에 나타났다. Table 13에서 보는 바와 같이 LC의 1주와 4주를 제외한 균주간에서 숙성이 진행함에 따라서 NT, WSN, NPN 간에 유의성이 인정되었다($P < 0.05$).

Table 15는 숙성 1주의 NT에서는 LB, LC 와 LH 간, WSN에서는 LH, LC 와 LB간에, NPN에서는 LH, LB 와 LC 간에 유의성이 인정되었다($p < 0.05$). 숙성 2주의 NT에서는 LH, LC와 LB간에, WSN에서는 각균주간에, NPN에서는

Table 13. Nitrogen percentage of Mozzarella cheese during 1, 2, 4 W of storage 4°C

Starter type	Ripening Period	NT(%)	WSN (% of total N)	NPN (% of total N)
LH	1 W	3.47±0.01 ^c	11.69±0.02 ^b	2.96±0.01 ^c
	2 W	3.57±0.01 ^a	13.62±0.04 ^a	3.47±0.02 ^b
	4 W	3.54±0.01 ^b	10.16±0.01 ^c	4.74±0.02 ^a
LB	1 W	3.67±0.01 ^b	3.87±0.02 ^c	1.69±0.01 ^c
	2 W	3.24±0.01 ^c	5.11±0.01 ^b	4.92±0.01 ^a
	4 W	3.27±0.01 ^a	6.66±0.02 ^a	2.19±0.06 ^b
LC	1 W	3.27±0.07 ^b	14.74±0.17 ^b	2.81±0.03 ^b
	2 W	3.83±0.01 ^a	11.45±0.02 ^c	4.40±0.01 ^a
	4 W	3.33±0.01 ^b	17.29±0.06 ^a	1.85±0.01 ^c

abc Means within the same row without a common superscript differ ($p < 0.05$)

NT: total nitrogen ; WSN: water soluble nitrogen ; NPN: non protein nitrogen

Table 14. Comparison of Nitrogen percentage of Mozzarella cheese during 1, 2, 4W of sorage 4°C

Starter type	Ripening Periode	NT(%)	WSN (% of total N)	NPN (% of total N)
1 W	LH	3.47 ± 0.01 ^c	11.69 ± 0.02 ^b	2.96 ± 0.01 ^c
	LB	3.67 ± 0.01 ^b	3.87 ± 0.02 ^c	1.69 ± 0.01 ^c
	LC	3.27 ± 0.07 ^b	14.74 ± 0.17 ^b	2.81 ± 0.03 ^b
2 W	LH	3.57 ± 0.01 ^a	13.62 ± 0.04 ^a	3.47 ± 0.02 ^b
	LB	3.24 ± 0.01 ^c	5.11 ± 0.01 ^b	4.92 ± 0.01 ^a
	LC	3.83 ± 0.01 ^a	11.45 ± 0.02 ^c	4.40 ± 0.01 ^a
4 W	LH	3.54 ± 0.01 ^b	10.16 ± 0.01 ^c	4.74 ± 0.02 ^a
	LB	3.27 ± 0.01 ^a	6.66 ± 0.02 ^a	2.19 ± 0.06 ^b
	LC	3.33 ± 0.01 ^b	17.29 ± 0.06 ^a	1.85 ± 0.01 ^c

abc Means within the same row without a common superscript differ (p<0.05)

LB, LC 와 LH간에 유의성이 인정되었다(p<0.05). 숙성 4주의 NT에서는 LH, LC 와 LB간에, WSN에서는 LH 와 LB, LC간에, NPN에서는 각 균주간에서 유의성이 인정되었다(p<0.05).

치즈의 숙성과정에서 유단백질의 분해는 중요하며 그 과정은 매우 복잡하다. 치즈의 단백질분해효소는 원래 우유에 존재하는 것, rennet 함유되어있는 것, 미생물에 의한 것 등이 알려지고 있다. 일반적으로 치즈의 단백질은 숙성이 진행됨에 따라서 수용성이 되며, 그 비율은 점차 증가되므로 수용성 질소화합물의 양은 그 치즈의 숙성도를 나타낼 수 있다. 냉장 저장하는 동안에 Rennet은 단백질분해에 영향을 주며 Rennet의 활동은 지속된다고 Creamer(1976)와 Barbano 등

(1993)이 보고했으며 또한 수용성질소화합물의 대부분은 Rennet의 작용에 의해 생성된다고 Visser(1977)에 의해 발표되었다. LH 균주로 제조된 Mozzarella Cheese의 WSN은 숙성 2주까지는 13.62%로 증가 후 4주에서는 10.16%로 감소했으며, NPN은 숙성 초기부터 4주까지 지속적으로 증가하는 것을 보여주었다. LB의 WSN은 숙성 초기 3.87%에서 4주째 6.66%로 증가했으나 NPN에서 숙성 2주까지는 증가 후 4주째에서는 숙성 초기와 비슷하게 감소했다. LC의 WSN은 숙성초기에서부터 다른 균주와는 달리 급격히 증가 후 숙성 2주째에는 감소를 보였으며 4주째에서는 17.29%로 증가를 나타내었다. NPN에서는 숙성 초기 2.81%에서 2주째 4.40%로 증가 후 4

주째 1.85%로 감소를 나타내었다.

이상 결과에서 숙성기간 과 숙성도 간의 비례하지 않은 결과로는 치즈제조용 균주의 차이, 치즈숙성의 다양성 및 분해 정도의 차이에 따른 것으로 Sciancalepore 와 Alviti(1987)는 보고했으며 또한 수분 농도 차이에 의한 각종 효소작용이 특이 하게 작용해 단백질 분해가 서로 다르기 때문으로 생각한다. 그리고 Cheese 숙성 지표로서 일반적인 단백질 분해도의 측정에서 Farkye와 kiely(1991)가 보고한 숙성 초기에 수용성 질소가 4%에서 9.6%로 증가했다는 보고와는 다소 다르게 나타났다.

9. 관능검사

관능검사 결과는 Table 15와 같다. Flavor에서는 LH의 2주와 LC의 1, 4주, LB의 1, 2주간에서 유의성이 인정되었으

며 선호도 순위로는 LH(2주), LB(4주), LC(2주) 순으로 나타났다. Appearance에서는 LB(1주) 와 이를 제외한 것 간에 유의성이 인정되었으며, 순위로 LB(2주), LB(4주), LH(2주)간에 순으로 나타났다. Texture에서는 LB(2주) 와 이를 제외한 것 간에 유의성이 인정되었으며 순위로는 LB(4주), LC(4주), LH(1주)순으로 나타났다. 결과의 순위에 의하면 LB(4주), LH(2주), LC(2주), LB(2주), LH(4주), LC(4주)순으로 치즈의 선호도를 나타냈다. 따라서 새로운 균주 LC로 Mozzarella Cheese를 제조시 숙성기간을 2주로 하고, Appearance의 개선을 위해 FO, FOFB 함량을 감소시킬 수 있는 요인을 분석해야 될 것이며, Texture에서는 Hardness가 낮아 조직이 푸석푸석하는 성질 때문으로 사료되어 균주의 양을 줄인다면 조직의 문제점을 개선 되리라 추측된다.

Table 15. Descriptive analysis of consumer acceptance test scores of the Cheese

Sample No.	Flavor	Taste	Appearance	Texture	Rank
LC(1w)	3.09 ± 0.81 ^{bc}	2.68 ± 0.95 ^c	3.27 ± 0.88 ^a	3.05 ± 1.05 ^{ab}	-
LC(2w)	3.45 ± 0.86 ^{abc}	3.59 ± 0.74 ^a	3.23 ± 0.53 ^a	3.23 ± 1.02 ^{ab}	3
LC(4w)	2.95 ± 0.72 ^c	8.27 ± 0.83 ^{ab}	3.23 ± 0.87 ^a	3.36 ± 1.00 ^a	6
LH(1w)	3.32 ± 0.99 ^{abc}	3.36 ± 1.00 ^{ab}	3.05 ± 1.05 ^{ab}	3.32 ± 1.21 ^a	-
LH(2w)	3.73 ± 0.94 ^a	3.59 ± 0.91 ^a	3.36 ± 0.85 ^a	3.09 ± 1.19 ^{ab}	2
LH(4w)	3.32 ± 0.84 ^{abc}	2.95 ± 0.95 ^{bc}	3.41 ± 0.85 ^a	3.23 ± 1.07 ^{ab}	5
LB(1w)	3.00 ± 0.98 ^c	3.18 ± 1.01 ^{abc}	2.68 ± 0.78 ^b	2.68 ± 0.84 ^{ab}	-
LB(2w)	3.09 ± 1.02 ^{bc}	3.36 ± 1.18 ^{ab}	3.50 ± 0.80 ^a	3.18 ± 1.10 ^b	4
LB(4w)	3.55 ± 0.96 ^{ab}	3.55 ± 1.01 ^a	3.41 ± 0.59 ^a	3.45 ± 1.06 ^a	1

abc Means within the same row without a common superscript differ (p<0.05)

10. Fast Protein Liquid Chromatography (FPLC)

Mozzarella cheese의 숙성기간 중 단백질 분해의 정도와 상태에 관하여 많은 연구가 이루어져 Proteolysis가 Mozzarella cheese의 기능적 특성의 발현에 중요한 요소임이 입증되었다(Kindestedt, 1993 ; McMahon et al. 1993). 그 중 Mozzarella cheese 제조시 첨가하는 응유소인 rennet은 숙성초기 Casein이 Large peptide로 분해하는 Primary proteolysis에 주로 영향을 미치는데(Barbano et al., 1993) Starter culture는 단백질 분해 능력이 비교적 약하나 특히 β -casein의 가수분해에 중요한 역할을 하며(Barbano et al., 1995) 또한 rennet과는 달리 Large peptide로부터 작은 Peptide나 유리아미노산까지로의 분해인 Secondary Proteolysis에 관여하고 있는 것으로 알려져 있다.

또한 12주 동안 숙성에 의해 55.4% α -s1-casein이 α -s1-I과 α -s1-II casein으로 분해되면서 Gouda나 Cheddar cheese보다 α -s1-casein량이 증가하는 것으로 보고 되고 있다(Di Matt대 et al., 1982).

본 실험에서는 3 가지 starter culture 중 형태적 변화를 보기위해 LC균주를 이용한 제조직후(LC, 0w)와 4주 숙성후(LC, 4w)의 casein 변화를 FPLC를 이용하여 형태를 살펴보았다.

4주 숙성후는 제조직후에 비하여 κ -casein 및 β -casein에서의 변화를 관찰할 수 있어서 Barbano(1993)의 결과와 같음을 보여주고 있으나 α s I-casein에서는 분해된 peak를 찾을 수 없는데 이는 Large peptide로서 Chromatogram상에 나타나지 않았거나 숙성기간이 짧은데 원인이 있지 않나 생각된다.

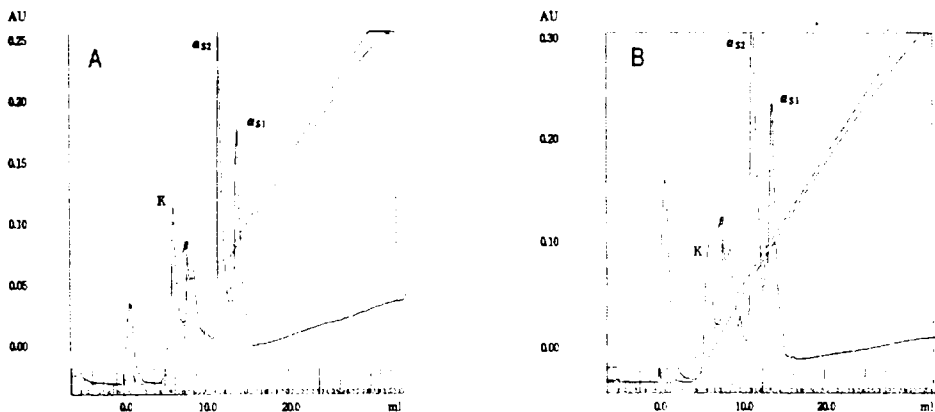


Fig. 8 Elution profile of Mozzarella cheese caseins during by FPLC on a Mono Q HR5/5 column and 0.01 μ Imidazole-Hcl buffer(pH 7.0) and an Nacl gradient. About 4.0mg casein was applied to the chlumn and the flow fate was 1.0ml/min.

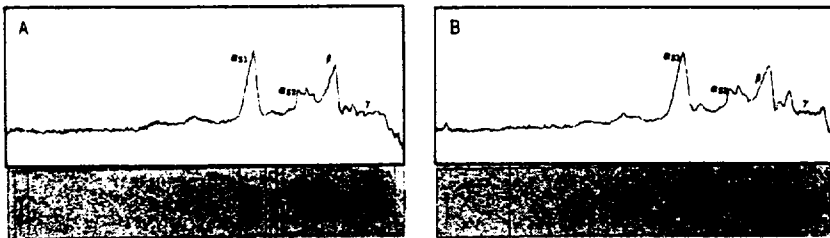
11. 전기영동

균주를 달리하여 제조한 3종류의 Mozzarella cheese와 각각 4주씩 숙성후의 casein 변화를 native-PAGE 전기영동에 의해 관찰한 결과는 Fig. 9와 같다.

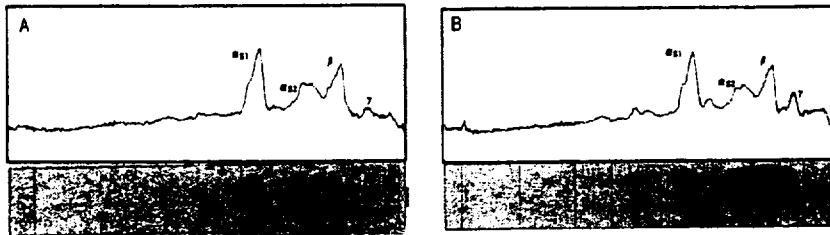
3제품 모두 β -casein에서 분해된 γ

-casein의 생성은 숙성4주후에 볼 수 있고 α -casein도 α s1-1 부위에 Band의 출현을 나타내었으며 상대적으로 α s1 및 β -casein은 band의 강도가 약해짐을 알 수 있어 Farkye 등(1991) 및 creamer, 야 Matteo(1982)의 결과와는 일치하였다.

1)



2)



3)

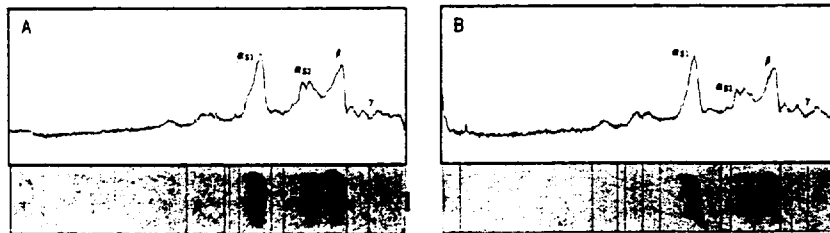


Fig. 9 Electrophoretogram of Mozzarella cheese casein

- 1) Starter, TA-LH, aging period(A : 0-W, B : 4-W)
- 2) Starter, TA-LB, aging period(A : 0-W, B : 4-W)
- 3) Starter, TA-LC, aging period(A : 0-W, B : 4-W)

IV. 적 요

본 연구는 우리 나라 사람의 기호에 맞는 제품을 개발코자 기존의 두가지 유산균 이외의 새로운 균주를 사용하여 제조 시간과 치즈를 숙성하는 동안에 일반조성, pH, 물리-화학적 변화를 조사하여 치즈품질 개선의 자료로 활용하기 위함이다.

1. 치즈의 일반조성에서 TA-LH, TA-LB, TA-LC로 제조된 치즈의 수분은 46.97, 41.70, 48.82%이고 단백질은 22.63, 23.55, 19.81%이며 지방은 19.08, 22.08, 20.67%이었으며 NaCl은 0.50, 0.58, 0.58%으로 수입치즈 2.0%보다 매우 낮은 것으로 나타났다.
2. TA-LH, TA-LB, TA-LC의 Meltability은 2.49, 1.87, 2.74cm로 측정되었으며 숙성되어짐에 따라 Meltability은 각 균주에서 증가했으며 균주의 종류 및 저장기간에서 유의성이 있는 것으로 나타났다(P<0.05).
3. pH는 TA-LH, TA-LB, TA-LC에서 5.50, 5.51, 5.20 으로 나타났으며 숙성이 진행함에 따라서 약간 증가하는 것으로 나타났다.
4. Chroma-meter로 측정한 치즈의 Hunter 색상도는 TA-LH, TA-LB, TA-LC에서 L은 1.03, 2.27, 1.22이고 b는 6.64, 11.11, 11.78로 나타났으며 각 균주에서 유의성이 있는 것으로 나타났다(P<0.05).
5. 치즈의 조직의 변화에서 TA-LH, TA-LB, TA-LC의 Hardness은 13.12, 18.94 7.20kg/cm² 이고 Cohesiveness은 0.75, 0.67, 0.67로 나타났고 Springness는 0.92, 0.62, 0.78cm², Gumminess은 9.88, 12.76, 4.85kg/cm² Chewiness은 9.12, 7.85, 3.77로 나타났으며 각 균주에 따른 Parameter 간에 유의성이 있었다(P<0.05).
6. Pizza topping 실험에서 치즈생산 1 일에는 TA-LH, TA-LB, TA-LC 은 Browning, blistering이 유사했으나 28일 숙성 과정에서 TA-LH, TA-LC은 Browning, blistering이 현저하게 감소하는 반면에 TA-LB은 차이가 없었다.
7. 냉장 저장기간에 따른 FO와 FOFB 생성량의 변화는 TA-LH, TA-LB, TA-LC에서 숙성기간 1, 2, 4W에 따라서 4.51~5.84%, 5.28~6.96%, 7.47~9.76%로 증가를 보였고 숙성기간과 균주간에 유의성은 TA-LB의 1, 4주에서만 나타났다(p<0.05).
8. 주사전자 현미경에서 각 균주로 제조된 Cheese의 숙성이 진행함에 따라 유공성이 점차적으로 확장되어지는 것을 모든 균주에서 나타났다.
9. TA-LH, TA-LB, TA-LC의 숙성기간에 따른 Cheese의 총 질소 함량에 대한 WSN은 11.16~13.62, 3.87~6.66, 14.74~17.29%로 증가하였으며 NPN은 2.96~4.74, 1.69~4.92, 2.81%~4.40%로 증가하여 WSN, NPN의 숙성기간에 따라 유의차가 나타났다(p<0.05).
10. 관능검사
치즈 숙성 기간에 따른 Flavor는 2.95~3.75 점으로 TA-LC의 4W에서 가장 낮게 나타났고 TA-LH(2W)에

서 높게 나타났으며 Taste 는 TA-LC(1W)는 최하, TA-LH(2W)는 높게 나타났다.

Appearance는 TA-LH(1W)는 최하, TA-LH(2W)는 최고를 나타냈고 Texture는 TA-LB(1W)가 가장 낮았고 TA-LB의 4주째 조직에서 가장 양호했다.

참 고 문 헌

1. Alvarez, R. J. 1986. Expectation of Italian cheese in the pizza industry. Page 130 in Proc. 23rd Annu. Marschall Invit. Italian Cheese Sem. Marchall Prid. Miles Lab. Inc, Madison, WI.
2. A.O.A.C, 1995. Official method of analysis. Association official analytical chemists, Washington, D.C.
3. Ardo, Y., and H. E. Pettersson 1988. Accelerated cheese ripening with heat treated cells of *Lactobacillus helveticus* and a commercial proteolytic enzyme. J. Dairy Res. 55:239.
4. ASDT. 1966. Dairy Factory Test Manual. Australian Society of Dairy Technology. Melbourne.
5. Barbano, D. M., K. Y. Chu, J. Yun, and P. S. Kindstedt. 1993. Contributions of coagulant, starter, and milk enzymes to proteolysis and browning in Mozzarella cheese. Page 65 in Proc. 30th Annu. Marschall Ital. Cheese Seminar, Madison, WI.
6. Barbano, D. M., Y. Hong, J. J. Yun, K. L. Larose, and P. S. Kindstedt. 1995. Mozzarella cheese impact of three commercial culture strains on composition, yield, proteolysis and functional properties. Page 41 in Proc. 32nd Annu. Marschall Ital. cheese Seminar, Madison, WI.
7. Barbano, D. M., and R. R. Rasmussen. 1992. Cheese yield performance of fermentation produced chymosin and other milk coagulant. J. Dairy Sci.75:1
8. Bartels, H. J. , M. E. Johnson, and N. F. Olson. 1987. Accelerated ripening of Gouda cheese. I. Effect of feat-shocked thermophilic lactobacilli and streptococci on proteolysis and flavor development. Milchwissenschaft 42:83.
9. Bley, M. E., M. E. Johnson, and N. F. olson. 1985. Predictive test for the tendency of cheddar to brown after processing, J. Dairy Sci. 68:2517.
10. Breene, W. M., W. V. Price, and C.A. Ernstrom. 1964. Manufacture of pizza cheese without starter, J. Dairy Sci. 47:1173
11. Cervantes, M. A., D. B. Lund, and N. F. Olson. 1983. Effect of salt

- concentration and freezing on Mozzarella cheese texture. *J. Dairy Sci.* 66:204
12. Crawford, R. J. M. 1985. Future development in rennet and its use in the cheese factory. Page 14 in *Int. Dairy Fed. Bull. No. 194*. Int. Dairy Fed., Belgium.
 13. Creamer, L. K. 1976. Casein proteolysis in Mozzarella-type cheese. *N. Z. J. Dairy Sci. Technol.* 11:130.
 14. Creamer, L. K., and N. F. Olson. 1982. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. *J. Food Sci.* 47:631.
 15. Christian, G. 1984. World guide to cheese. printed in London and published by ebury press. Arnoldo Mondadori. S.P.A. Milan
 16. Di Matteo, M., G. chiovitti, and F. Addeo. 1982. Variation in the composition of mozzarella cheese during storage. *Sci. Tec. Latt. Cas.* 33:197
 17. Di Palma, V. L., E. G. Hammond, and B. A. Glatz. 1987. Effect of lactobacilli on the properties of swiss cheese, *J. Dairy Sci.* 70:733
 18. El Soda, M. and M. J. Desmazeaud. 1982. Les pepride hydrolases des lactobacilles du groupe *Thermobacterium*. Mile en evidence de ces activites chez *Lactobacillus helveticus*, *L. acidophilus*, *L. lactis* et *L. bulgaricus*. *Can. J. Microbiol.* 28: 1181.
 19. Farkye, N. Y., L. J. Kiely, R. D. Allshouse, and P. S. Kindstedt. 1991. Proteolysis in Mozzarella cheese during refrigerated storage. *J. Dairy Sci.* 74:1433
 20. Fox, P. F. 1989. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *J. Dairy Sci.* 72:1379
 21. Garnot, P. 1985. Heat stability of milk-clotting enzymes. Page 2 in *Int. Dairy Fed. Bull. No. 194*. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium
 22. Guo, M. R and Kindstedt, P. S(1995). Age-related changes in the water phase of mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 78:2099-2107
 23. Guo, M. R and Kindstedt, P. S(1996). Comparision of age-related changes in the expressible serum obtained from brine-salted and unsalted mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 79(Suppl 1). 98
 24. Harvey, C. D., H. A. Morris and R. Jenness. 1982. Relation between melting and texture properties of process Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.*, 65:2291-2295
 25. Hickey, M. W., H. van Leeuwen, A. K. Hillier, and G. R. Jargo. 1983. Amino acid accumulation in cheddar cheese manufactured from normal and ultrafiltered milk. *J. Dairy Technol.* 38:110

26. Johnson, M. E., and N. F. Olsen. 1985. Nonenzymatic browning of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 68:3143.
27. Keller, B., N. F. Olson, and T. Richardson. 1974. Mineral retention and rheological properties of Mozzarella cheese made by direct acidification. *J. Dairy Sci.* 57:174
28. Kiely, L. J., P. S. Kindstedt, G. M. Hendricks, J. E. Levis, J. J. Yun, and D. M. Barbano. 1993. Age related changes in the micro-structure of Mozzarella cheese. *Food Struct.* 12:13.
29. Kindstedt, P. S. 1993. Mozzarella and pizza cheese. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 2nd ed. Vol. 2. P. F. Fox, ed. Chapman and Hall, London, England.
30. Kindstedt, P. S., C. M. Duthie, and N. Y. Farkye. 1990. Diffusion phenomena in brine salted Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 73(Suppl. 1): 81.(Abstr.)
31. Kindstedt, P. S., C. M. Duthie, and J. K. Rippe. 1988. Rheological and proteolytic changes in Mozzarella cheese during refrigerated storage. *J. Dairy Sci.* 71(Suppl.1):70.(Abstr.)
32. Kindstedt, P. S., and J. K. Rippe. 1990. Rapid quantitative test for free oil (oiling-off) in melted Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 73:867.
33. Kindstedt, P. S., J. K. Rippe, and C. M. Duthie. 1989a. Measurement of Mozzarella cheese melting properties by helical viscometry. *J. Dairy Sci.* 72:3117.
34. Kindstedt, P. S., and L. J. Kiely. 1990. Physical and chemical methods for controlling the body and texture of Mozzarella cheese. *Proc. 9th Bienn. Cheese Ind. Conf., Utah State Univ., Logan.*
35. Kindstedt, P. S., and P. F. Fox. 1991. Modified Gerber test for free oil in melted mozzarella cheese *J. Food Sci.* 56(4):1115-1116
36. Kindstedt, P. S., J. K. Rippe, and C. M. Duthie. 1989b. Application of helical viscometry to study commercial Mozzarella cheese melting properties. *J. Dairy Sci.* 72:3123.
37. Konstance. R. P., and V. H. Holsinger. 1992. Development of rheological test methods for cheese. *Food Technol.* 1:105.
38. Kosikowski, F. V. 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*. 2nd ed. Edwards Brothers Inc., Ann Arbor, MI
39. Law, B. A., and A. S. Wigmore. 1983. Accelerated ripening of Cheddar cheese with a commercial proteinase and intracellular enzymes from starter streptococci. *J. Dairy Res.* 50:519.
40. Lawrence, R. C., R. K. Creamer,

- and J. Gilles. 1987. Texture development during cheese ripening. *J. Dairy Sci.* 70:1748
41. Masi, P., and F. Addeo. 1986. An examination of some mechanical properties of a group of Italian cheese and their relationship to structure and conditions of manufacture. *J. Food Eng.* 5:217.
 42. McMahon, D. J. 1995. How the microstructure of Mozzarella cheese is related to functional properties. Page 18 in Proc. 32nd Annual Marschall Italian and Specially Cheese Seminar. Marschall Products, Rhone-Poulence, Madison, WI
 43. McMahon. D. J., C. J. Oberg, and W. McManus. 1993. Functionality of Mozzarella cheese. *Aust. J. Dairy Technol.* 11:99.
 44. McMahon. D. J., C. J. Oberg, and W. McManus. 1993. Functionality of Mozzarella cheese. *Aust. J. Dairy Technol.* 48:99.
 45. McMahon. D. J., M. C. Alleyne, R. L. Fife, and C. J. Oberg. 1996. Use of fat replacers in low fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 79:1911.
 46. Mereill, R. K., C. J. Oberg, and D. J. McMahon. 1994. A method for manufacturing reduced fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 77:1783.
 47. Micketts, R, and N.F. Olson.1974, Manufacture of Mozzarella cheese by direct acidification with reduced amounts of rennet and pepsin *J.dairy Sci.*,57:273-279
 48. Matzdorf, B, S. L. uppett, L. Keeler, and W. Hutkins. 1994. Browning of Mozzarella cheese during high temperature pizza baking. *J. Dairy Sci.* 77:2850-2853
 49. Misty, V. V., and D. L. Anderson. 1993. Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses. *Food. Struct.* 12:259.
 50. Micketts, R, and N, F. olson. 1974. Manufacture of mozzarella cheese by direct acidification with reduced amounts of rennet and pepsin *J. Dairy Sci.*, 57:273-279
 51. Nieradka, T., K. M. Nilson, A. H. Duthie, and H. V. Atherton. 1979. The quality and availability of Italian cheese from the New England market. *Cult. Dairy Prod.* J.14(4):1.
 52. Nilson, K. M. 1974. Factors affecting meltability of Mozzarella cheese. Proc. 11th Annu. Marschall Invit. Ital. Cheese Sem., Madison. WI.
 53. Nilson, K. M., and F. A. LaClair. 1976. A national survey of the quality of Mozzarella cheese. *Am. Dairy Rev.* 38(10):18A.
 54. Oberg, C. J., A. Wang, L. V. Moyes, R. J. Brown, and G. H. Richardson. 1991. Effrcets of

- proteolytic activity of theomolactic cultures on physical properties of
55. Oberg, C. J., R. K. Mereil, R. J. Brown, and G. H. Richardson. 1992. Effects of milk-clotting enzymes on physical properties of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 75:669
 56. Oberg, C. J., W. R. McManus, and D. J. McMahon. 1993. Microstructure of Mozzarella cheese during manufacture. *Food. Struct.* 12:251.
 57. Ohmiya, K., and Y. Sato. 1978. Hydrolysis of casein by intracellular proteases from lactic acid bacteria. *Agric. Biol. Chem.* 42:7.
 58. Olsen, N. F., W. Breene, and C. A. Ernstrom. 1964. Analyses of mozzarella and pizza cheese from the New York market. *Proc. 1st Annu. Marschall Invit. Ital. Cheese Sem. Madison. WI.*
 59. Olsen, N. F., and W. V. Price. 1958. A melting test for pasteurized process cheese spread. *J. Dairy Sci.* 41:999.
 60. Paquet, A., and M. Kalab. 1988. Amino acid composition and structure of cheese baked as a pizza ingredient in conventional and microwave ovens. *Food. Microstruct.* 7:93-103
 61. Paulson, Donald J. McMhon, and craig J. oberg. 1998. Influence of sodium chloride on appearance, functionality, and protein arrangement in nonfat mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 81:2053-2064
 62. Perry, Donald J. Cmahon, and Craig J. Oberg. 1997. Effect of Exopolysaccharide-Producing Cultures on Moisture Retention in Low Fat Mozzarella Cheese. *J. Dairy Sci.* 80:799-805
 63. Quarne, E. L., W. A. Larson and N. F. Olson. 1968. Effect of acidulants and milk-clotting enzymes on yield, sensory quality, and proteolysis of pizza cheese made by direct acidification. *J. Dairy Sci.*, 51:848-852
 64. Robert L. fife, Donald J. McMahon, and Craiy J. oberg. 1996. Functionality of low fat mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 79:1903-1910
 65. Savello, P. A. and C. A. Ernstrom. 1989. Microstructure and meltability of model Process cheese made with rennet and acid casein. *J. Dairy Sci.* 72:1-11
 66. Taneya, S., T. Izutsu, T. Kimura, and T. shioya. 1992. Structure and rheology of string cheese. *Food struct.* 11:61
 67. Tunick, M. H. 1994. Effect of homogenization and proteolysis on free oil in mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 77:2487-2493
 68. Tunick, M. H., K. L. Mackey, P. W. Smith, and V. H. Holsinger. 1991. Effect of composition and

- storage on the texture of Mozzarella cheese. Neth. Milk Dairy J. 45:117
69. Van Slyke, L. L., and W. V. Price. 1952. Cheese. Orange Judd Publ. Co., New York, NY
70. Wilster, G. H. 1980. Practical cheese making. 13th. ed., pp170-175
71. Wright, C. T., and T. R. Klacnhammer. 1984. Phosphated milk adversely affects growth, cellular morphology, and fermentative ability of lactobacillus bulgaricus. J. Dairy Sci. 67:44
72. Yun, J. J., D. M. Barbano, and P. S. Kindstedt. 1993. Mozzarella cheese: Impact of milling pH on chemical composition and proteolysis. J. Dairy Sci. 76:3629
73. Yun, J. J., L. J. Kiely, P. S. Kindstedt, and D. M. Barbano. 1993. Mozzarella cheese: impact of coagulant type on functional properties. J. Dairy Sci. 76:3657
74. 김영교. 1976. 치즈의 숙성에 관한연구. 3. 체다치즈의 수용성질소화합물. 한국축산학회지. 18:176:181
75. 김용휘, 이태협, 유제현. 1997. Mozzarella cheese의 냉장과 동결저장기간 및 해동조건에 따른 free oil 생성량의 변화. 한국낙농학회지. 19 (4):297-302
76. 김종우, 김종수. 1991. 국산치즈의 일반성분 및 물성에 관한 연구. 한국낙농학회지. 13(4):291-297
77. 농림부. 1996, 1998. 낙농관계자료
78. 이부웅, 곽해수, 정은자. 1992. Model system을 이용한 Mozzarella cheese의 이화학적 특성. 한국낙농학회지. 14(4):292-298
79. 이수원, 김환주, 남명주. 1996. Gouda cheese 숙성중 일반성분 및 질소화합물의 변화. 한국축산식품과학회지. 16: 41-46