

전지분유와 발효유를 이용한 치즈 유사품개발

조애리 · 노해원 · 김기성¹ · 정근희 · 전우민*

삼육대학교 동물과학부, ¹한국식품연구원 소재이용연구단

The Development of Imitated Cheese Using Whole Milk Powder and Fermented Milk

Ae Ri Jo, Hae Won Noh, Kee Sung Kim¹, Keun Hee Chung, and Woo Min Jeon*

Division of Animal Science, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

¹Material Utilization Research Group, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

Imitated cheese was prepared from whole milk powder and fermented milk and the moisture content, general components, noncasein nitrogen, nonprotein nitrogen and free amino acids were analyzed to determine the optimal ripening conditions needed to produce imitated cheese that was similar to natural cheese. The moisture content of the imitated cheese was 40.27% one day after being produced. The cheese was ripened using two different methods; at 12°C with vacuum sealing and at 12°C and 95% RH with a spray of *Penicillium camemberti*. The lactose content decreased rapidly from 24.64 to 5.43% at the 4th wk of ripening when it was ripened with *Penicillium camemberti*. The degradation of protein by mold ripening in the imitated cheese was more rapid than that of vacuum sealing. The flavor and body texture were optimal at the 4th wk ripening. The noncasein nitrogen and nonprotein nitrogen content increased from 28.10 to 54.05, and from 6.58 to 23.06 mg/mL, respectively, when ripened with *P. camemberti*. When the cheese was ripened at 12°C, 95% R.H with *P. camemberti* after 4 wks, all free amino acids increased significantly except asparagines. The total free amino acid and bitter amino acid concentrations increased from 8.40 to 34.87, and from 1.53 to 10.02 nmol/mg, respectively. When the imitated cheese was prepared, the protein degradation and flavor of the cheese was better when ripened with *P. camemberti*.

Key words : imitated cheese, fermented milk, whole milk powder, non-casein nitrogen, non-protein nitrogen

서 론

전통적인 치즈란 전유, 탈지유, 크림 등의 원료에 유산균, 렌넷, 산 및 각종 효소 등을 첨가하여 casein을 응고시키고 유청을 제거한 후 가압, 가열, 성형 등의 처리를 거쳐 만들어진 신선한 응고물 또는 발효숙성 유제품을 말한다.

일반적으로 치즈 제조 시에는 원유량의 85-90%가 유청으로 배출되는데 이는 액상으로 유당, 유청 단백질, 무기질, 수용성 비타민, 그리고 미량의 지방 등을 함유하고 있다. 이러한 유청은 미량만이 초지에 뿌려지는 등의 방법으로 소비될 뿐 대부분은 막대한 경비를 소모하며 폐수처리를 해야 한다. 이를 해결하기 위하여 ultrafiltration, reverse

osmosis, electrodialysis, ion exchange, gel filtration 등의 영양소 회수 분리기술이 많이 이용되고 있으며, direct acidification을 이용하여 whey food, whey wine, whey beverage, single cell protein 등을 제조하거나 가축의 식수, 식품 첨가제, 의약 제조 등에 이용하는 연구가 진행되어 왔다. 그러나, 이러한 가공처리를 하는 데에는 많은 에너지와 별도의 시설이 필요하기 때문에 비경제적으로 평가되고 있다.

현재 국내의 치즈 소비량은 지속적으로 상승하고 있으며, 2000년 이후 국내에서 생산되는 치즈량의 두 배 이상이 수입되어 소비되고 있다.

치즈의 국내 수요가 증가하고 있지만 국내산 치즈는 원료유의 높은 가격으로 인하여 수입산 치즈와의 가격경쟁에서 약세인 실정이다. 그렇기 때문에 국내산 치즈는 수입 치즈와의 품질경쟁과 가격경쟁이 불가피하여 원가 절감, 다양한 제품 개발 등 국내산 치즈의 경쟁력 강화에 많은 노력이 요구되고 있다.

*Corresponding author : Woo Min Jeon, Division of Animal Science, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea. Tel: 82-2-3399-1752, Fax: 82-2-3399-1762, E-mail: Jeonwm@syu.ac.kr

우유 공급이 항상 적정수준을 유지하고 있는 것은 아니기 때문에 과잉 생산된 원유는 대부분 분유의 형태로 저장되고 있으며, 분유를 이용한 유제품의 개발은 전체 원유의 공급조절에도 매우 필요한 과제이다.

분유를 원료로 한 치즈의 연구는 1920년부터 시도되어 왔으나 분유 첨가에 의한 응고시간의 지연과 weak body의 형성 등이 문제되어 1950년대까지는 큰 진전이 없었다 (Song *et al.*, 1995).

이러한 추세에 맞추어 본 연구는 원유 공급 조절 과정에서 발생하는 재고 분유를 발효유와 혼합하여 모조 치즈를 제조하였으며 숙성 환경과 숙성 기간의 차이에 따른 일 반성분, 비카제인태 질소화합물, 비단백태 질소화합물, 그리고 유리 아미노산 등의 변화를 관찰하여 자연 치즈와 유사한 성질을 나타내는 최적의 숙성 조건을 규명하고자 한다.

Casein에 대하여 분해력이 강한 *Penicillium camemberti*를 치즈 표면에 도포시켜서 단시간에 숙성시키는 방법은 Camembert 치즈 제조 시에 사용되어왔던 방법이다. Camembert 치즈는 다른 치즈와 비교하여 숙성기간이 짧아서 경제성은 높으나 그 제조법이 까다롭기 때문에 사용 균주, 제조 공정 및 숙성 조건이 적절히 조절되지 않을 경우 casein의 이상 분해에 의하여 치즈의 조직 및 풍미가 나빠지는 것으로 알려지고 있다.

Cliffe 등(1993)과 Lynch 등(1999)은 단백질 분해 작용이 치즈가 숙성되는 동안 발생하는 주요한 생화학적 현상으로서 우유에 있는 렌넷 또는 미생물로부터 유래한 효소에 의하여 일어나고, 이들 효소는 casein을 Cheddar 치즈 풍미 조성에 중요한 peptide와 amino acid로 분해한다고 하였다. 일차적 단백질 분해의 강도는 치즈 제조 시 사용되는 렌넷의 농도와 커드에서 pH에 따른 잔류 렌넷의 정치와 활성에 영향을 받는다(Benfaldt *et al.*, 1997). 이차적 단백질 분해는 치즈에서 발생하는 starter lactic acid bacteria와 non starter lactic acid bacteria로부터 유래한 세포 내외 효소의 활성에 의하여 단백질 감소, peptide를 작은 peptide로 분해, 아미노산의 방출 등을 포괄한다(Addeo *et al.*, 1992; Gagnaire *et al.*, 2001).

본 연구에서 개발하여 이용한 제조 공정은 전통적인 치즈 제조 공정에 비하여 단 시간에 간편하게 제조할 수 있어서 에너지 소비가 적으며, 분말상태의 분유를 그대로 사용하기 때문에 유청 배출이 전혀 없어 친환경적이다. 또한 수입 분유나 재고 분유로 대체하여 치즈를 제조할 수 있기 때문에 분유 재고의 문제를 해결할 수 있어 경제적이며, 국내 치즈시장에 크게 기여할 수 있으리라고 본다.

재료 및 방법

치즈 유사품의 제조

치즈 유사품의 제조는 Fig. 1과 같다. 삼육대학교 인근

농장에서 시유를 구매하여 *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*로 발효한 후, 이를 전지분유와 1:1로 혼합하였다. 그리고 렌넷, NaCl 및 citric acid를 각각 0.5%씩 첨가하여 교반한 후 성형 틀에 넣고 실온에서 건조하였다.

건조된 치즈 베이스를 처리군 A와 처리군 B로 구분하고 두 가지 다른 방법으로 숙성을 시켰다. 즉, 처리군 A는 진공 포장하여 12°C 숙성고(삼성, Korea)에서 숙성을 시켰고, 처리군 B는 *P. camemberti*(Hansen, Denmark) 현탁액을 치즈 베이스 표면에 고르게 분무한 후에 12°C, 95±1% RH 항온항습기(대양이티에스, Korea)에서 숙성을 개시하였다.

또한 치즈의 분석 실험을 위한 시료는 처리군 A군, 처리군 B군 모두 일주일 간격으로 채취하여 동결 건조한 후에 분석에 사용하였다.

제조된 치즈 유사품의 건조기간에 따른 수분함량 변화

Fig. 1과 같이 제조한 치즈 베이스를 실온에서 건조하는 동안의 수분함량 변화를 측정하였으며, 1일 간격으로 시료를 채취하여 상압가열건조법으로 수분함량을 정량하였다.

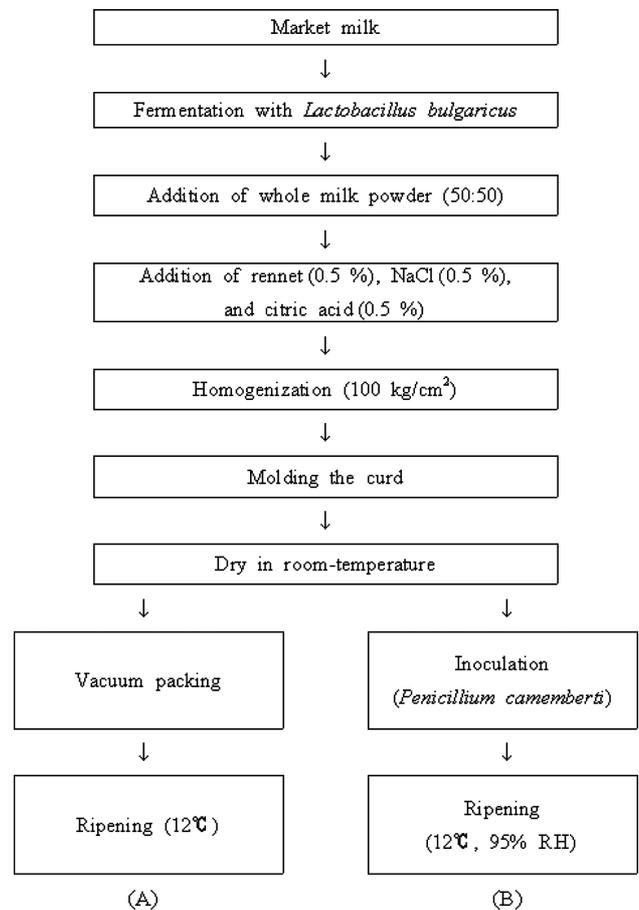


Fig. 1. Preparation of imitated cheese using whole milk powder and fermented milk.

일반성분 분석

일반성분은 수분을 제외한 지방, 단백질, 회분, 유당을 분석하였다. 즉 지방은 soxhlet 추출법, 단백질은 Lowry법 (Lowry *et al.*, 1951), 회분은 550°C 직접 회화법, 그리고 유당은 Lane-Eynon법으로 분석하였다.

비카제인태 질소(Non-casein nitrogen, NCN)

비카제인태 질소의 정량은 시료를 용해시킨 일정량의 citrate 현탁액에 동량의 2 M acetate 완충용액(pH 4.6)을 가하여 원심분리한 후 여과하여 여액 중에 질소를 Lowry법(Lowry *et al.*, 1951)을 사용한 Shin 등(2002)의 방법을 응용하여 측정하였다.

여액 1 mL에 alkaline copper 시약 5 mL을 혼합하여 실온에서 15분간 정치한 다음, 2배 희석한 Folin-ciocalteu phenol reagent 0.5 mL를 첨가하고 실온에서 30분간 방치한 후 540 nm에서 흡광도(Spectronic 20D, Milton roy, USA)를 측정하였다.

비단백태 질소(Non-protein nitrogen, NPN)

비단백태 질소의 정량은 시료를 용해시킨 citrate 용액 일정량에 동량의 24% TCA를 가하여 원심분리한 후 여과하여 여액 중 질소를 비카제인태 질소와 동일한 방법으로 측정하였다.

유리 아미노산 분석

치즈 유사품의 숙성 기간에 따른 유리 아미노산 함량은 한국기초과학지원연구소에 의뢰하여 분석하였다. 한국기초과학지원연구소에서는 Pico-Tag법(White *et al.*, 1986)을 응용하여 HPLC로 분석하였으며, HPLC의 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for free amino acids analysis of imitated cheese

Instrument	; Hewlett Packard 1100 Series
Column	; Waters Nova-Pak C18 4 μ m (3.9 \times 300 mm)
Column oven temperature	; 46°C
HPLC pump	; HP 1100 Series, binary pump
HPLC injection	; HP 1100 Series, autosampler
Variable wavelength detector;	HP 1100 Series, 254 nm
Solvent	; 1.4 mM NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH ₃ CN, pH 6.1, 60% CH ₃ CN
Elution	; Linear gradient of solvent B (0-100%)
Flow rate	; 1.0 mL/min
Run time	; 30 min
Equivalent time	; 10 min
Injection volume	; Standard 4 μ L, samples 100 μ L

결과 및 고찰

치즈 유사품의 수분함량

전지분유와 발효유를 혼합하고 렌넷, NaCl, 구연산 등을 첨가하여 모조 치즈를 제조하였으며, 이를 실온에서 건조하면서 기간에 따른 수분함량을 측정하였다.

제조한 치즈 유사품의 건조기간에 따른 수분 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 수분은 치즈 제조 직후 44.25%에서 건조 1, 2, 3일, 그리고 건조 4일에 각각 40.27, 33.01, 27.90, 22.27%이었다.

제조 직후 수분함량은 44.25%에서 급격히 감소하여 건조 4일에는 22.27%로 나타났으며, 진공 포장 또는 곰팡이 도포 후 숙성이 진행되는 동안 치즈의 형태 유지를 위하여 수분함량이 40.27%로 되는 건조 1일이 최적의 숙성이 이루어지는 것으로 나타났다.

본 실험에서 제조한 치즈의 수분함량은 Noronha 등(2008)이 제조한 enzyme-modified cheese(52%)와 Duggan 등(2008)이 제조한 모조 치즈(52-60%)의 수분함량보다 적지만 Hickey 등(2006)이 제조한 Cheddar 치즈(36.28-38.24%)와 Jordana 등(2006)이 제조한 Cheddar 치즈(36.53-38.11%)와 비교하면 수분함량이 약간 많았다.

일반성분 분석

치즈가 숙성되는 동안 일반성분 변화를 관찰하기 위하여 진공 포장하여 12°C에서 숙성시킨 치즈와 *P. camemberti* 접종 후 12°C, 95% RH 항온항습기에서 4주간 숙성시킨 시료를 채취하여 단백질, 지방, 유당, 회분을 분석하였는데, 일반성분 분석 시료는 모두 동결 건조한 후 냉동보관

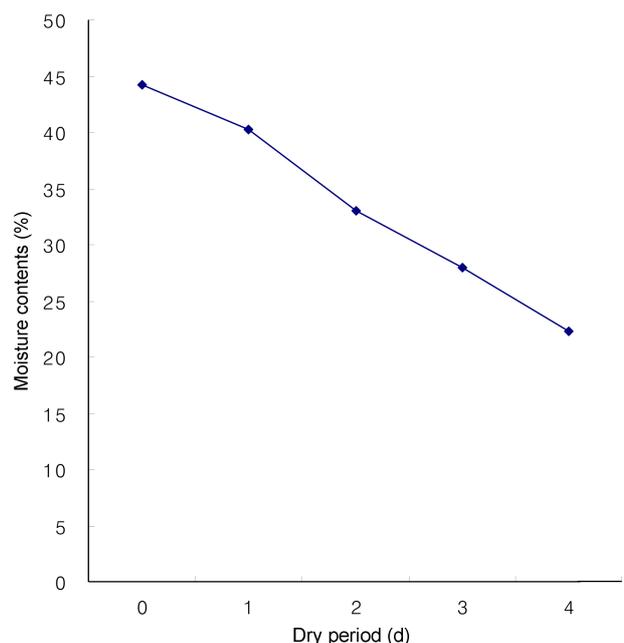


Fig. 2. The change of moisture contents by dry period of imitated cheese.

Table 2. General composition on the imitated cheese

(unit : %, dry matter)

	Sample A ¹⁾		Sample B ²⁾	
	0 wk	4 wk	0 wk	4 wk
Crude protein	38.46	38.40	40.02	46.81
Crude fat	28.27	27.69	28.53	38.56
Lactose	26.69	27.20	24.64	5.43
Ash	6.58	6.71	6.81	9.20

¹⁾ Sample A is ripened at 12°C with vacuum packing.²⁾ Sample B is ripened at 12°C and 95% R.H with *P. camemberti*.

하고 사용하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 진공 포장 후에 12°C에서 숙성한 처리군 A의 경우, 4주 동안의 숙성 기간에 조단백질 함량은 38.46%에서 38.40%로, 조지방 함량은 28.27%에서 29.69%로 매우 경미하게 감소하였으며, 유당 및 회분 함량은 각각 26.69%에서 27.20%로, 6.58%에서 6.71%로 다소 증가하였다. 조단백질 및 조지방의 함량은 숙성에 의한 분해로 경미하게 감소한 것으로 추정되며, 유당 및 회분 함량은 수분 변화에 의한 상대적인 변화로 추정된다.

곰팡이를 도포한 후에 항온항습기에서 숙성한 처리군 B의 경우에는 4주간의 숙성에서 유당 함량이 현저하게 감소하는 현상이 나타났다. 숙성 초기의 유당 함량은 24.64%였는데 4주간 숙성 후에는 5.43%로 감소하였다. 이와 같이 숙성 중 유당 함량이 감소하는 것은 특이한 현상이며, 수분 함량이 다른 시료들을 이용하여 반복 실험하여 본 결과 수분 함량이 많은 시료의 유당 함량이 수분 함량이 적은 시료보다 유당 함량이 더욱 심하게 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 수분이 많은 시료에서 내부의 유당이 확산에 의하여 곰팡이가 서식하는 표면으로 이동하였기 때문으로 추정되며, 앞으로 이러한 결과를 이용하여 치즈 유사품의 가장 큰 문제점인 과도한 유당으로 인한 사상조직을 해결하는 데 중요한 자료가 될 것으로 사료된다. 조단백질, 조지방 및 회분의 함량이 숙성 기간의 진행에 따라 증가된 것은 유당 함량의 감소로 인한 상대적인 증가로 추정된다.

비카제인태 질소화합물

4주간의 숙성 기간 동안 숙성 중의 변화를 관찰하고자 숙성 환경과 숙성 기간에 따른 비카제인태 질소화합물을 분석하였는데, 그 결과는 Fig. 3과 같다. 진공 포장 후 12°C 숙성고에서 숙성시킨 치즈 유사품의 비카제인태 질소화합물의 함량은 0, 1, 2, 3주, 그리고 4주 각각 28.10, 33.48, 46.27, 50.76, 50.86 mg/mL로 나타났으며, 숙성 2주까지는 비카제인태 질소화합물이 큰 폭으로 증가하였으나 2주 이후에는 경미한 증가를 보였다.

한편 *P. camemberti* 접종 후 12°C, 95% RH에서 숙성시킨 치즈 유사품의 비카제인태 질소화합물은 0, 1, 2, 3주, 그리고 4주 각각 28.10, 37.46, 47.53, 47.65, 54.05 mg/mL

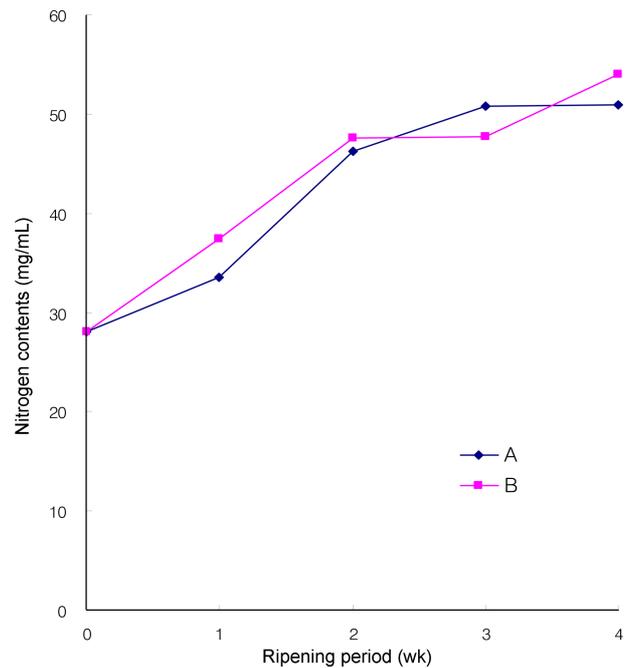


Fig. 3. Changes of noncasein nitrogen in imitated cheese during ripening. A is ripened at 12°C with vacuum packing, B is ripened at 12°C, 95% RH with *P. camemberti*.

로 나타났으며, 진공 포장에 의한 숙성 치즈와 비교할 때 분해 정도는 비슷한 것으로 나타났다.

P. camemberti 접종 후 12°C, 95% RH에서 숙성시킨 치즈 유사품의 경우 표면 곰팡이의 생장으로 치즈 표면의 분해는 다소 신속하였으나, 진공 포장한 후 12°C에서 숙성시킨 모조 치즈와의 차이는 경미하였다. 이러한 결과로 볼 때, 치즈 유사품의 숙성은 2주 정도가 경제적인 면에서 가장 유리한 것으로 나타났으며, 곰팡이를 이용한 숙성이 진공 포장보다 단백질 분해가 다소 더 신속하게 진행되었으나 그 차이는 경미한 것으로 나타났다.

비단백태 질소화합물

숙성 환경과 숙성 기간에 따른 비단백태 질소화합물의 변화는 Fig. 4와 같다. 진공 포장 후 12°C에서 숙성시킨 모조 치즈(처리군 A)의 숙성 중 비단백태 질소화합물의 함량은 0, 1, 2, 3주, 그리고 4주 각각 6.58, 8.40, 17.09, 21.52, 21.59 mg/mL이었으며, 처리군 A는 3주까지 비단백태 질소화합물이 큰 폭으로 증가하고 3주 이후에 변화는 경미하였다.

처리군 A는 4주간의 숙성 기간 동안에 비단백태 질소화합물이 6.58 mg/mL에서 21.59 mg/mL로 증가하였으며 고유한 치즈 풍미가 생성되기 시작하였다.

P. camemberti 접종 후 12°C, 95% RH에서 숙성시킨 모조 치즈(처리군 B)의 비카제인태 질소화합물은 0, 1, 2, 3주, 그리고 4주 각각 6.58, 9.83, 16.61, 17.05, 23.06 mg/mL이었으며, 처리군 B의 비카제인태 질소화합물과 같이

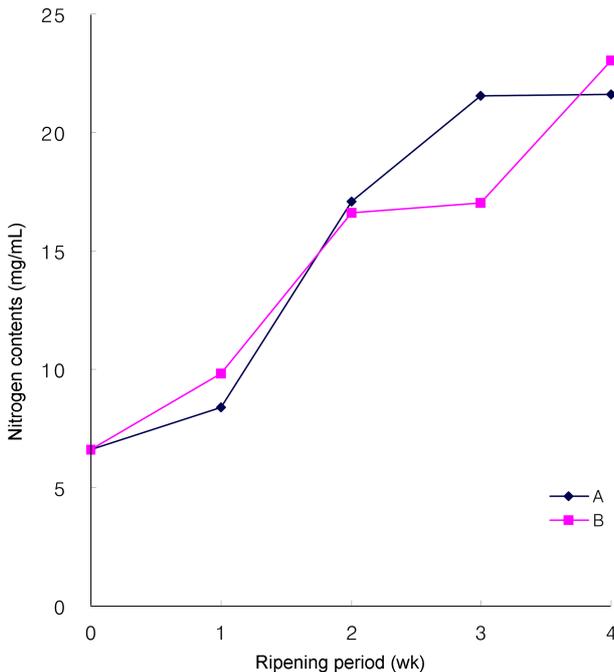


Fig. 4. Changes of nonprotein nitrogen in imitated cheese during ripening. A is ripened at 12°C with vacuum packing, B is ripened at 12°C, 95% R.H with *P. camemberti*.

비단백태 질소화합물은 숙성 2주째에 급격히 증가하였고, 숙성 4주까지 경미한 증가를 나타냈으며 고유한 치즈 풍미도 생성되기 시작하였다.

처리군 A와 처리군 B에서 비카제인태 질소화합물과 비단백태질소 화합물이 모두 숙성 기간 2주까지 급격히 증가하는 경향을 보였고, 이 후 경미하게 증가하는 경향을 보였는데 이러한 결과는 Bergamini 등(2006)과 Tejada 등(2008)의 보고와 비교하여 볼 때, 자연 치즈의 숙성 속도에 비하여 치즈 유사품의 숙성이 더 신속하게 진행되었으며, 비카제인태 질소화합물의 증가보다 비단백태 질소화합물의 증가가 심한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 비카제인태 질소화합물에 과다하게 함유되어있는 유청 단백질로 인한 것으로 추정되며, 일반 치즈의 숙성 시에는 유청 단백질이 거의 없기 때문에 비카제인태 질소화합물과 비단백태 질소화합물의 증가율이 비슷하지만 본 실험에서 분유를 이용한 치즈 유사품의 경우에 유청 단백질이 많이 함유되어있기 때문에 비단백태 질소화합물의 증가율이 비카제인태 질소화합물에 비하여 상대적으로 높은 것으로 추정된다. Irigoyen 등(2002)이 양유에 calf 렌넷을 첨가하여 제조한 치즈와 비교하였을 때도 유사한 결과가 나타났으며 치즈 유사품의 비단백태 질소 함량의 증가가 자연 치즈보다 더 신속한 것으로 나타났다.

유리 아미노산

치즈 유사품의 숙성 및 저장기간 동안 유리된 아미노산

의 변화를 분석한 결과는 Table 3과 Table 4와 같다. Table 3은 진공 포장 후에 12°C에서 4주 동안 숙성한 치즈 유사품의 유리 아미노산 결과이며, alanine, glutamine, serine, threonine, valine, methionine, phenylalanine, cysteine, asparagine, threonine, alanine, aspartic acid 등은 숙성 초기에 비하여 유리 아미노산의 생성이 매우 경미하게 진행되었고 arginine, tyrosine, leucine, isoleucine은 두드러진 증가를 보였다. 하지만 glutamic acid와 proline은 반대로 경미한 감소를 보였고 cystine, tryptophan, lysine은 두드러진 감소를 보였다. 진공 포장에 의한 4주간의 숙성 기간 동안 총 유리 아미노산은 7.73 nmol/mg에서 9.29 nmol/mg으로 증가하였고, bitter amino acid인 aspartic acid, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine을 합산한 양은 1.36 nmol/mg에서 2.43 nmol/mg으로 증가하였다.

Table 4는 *P. camemberti* 현탁액을 도포한 후에 12°C, 95% RH 항온항습기에서 숙성한 치즈 유사품의 유리 아미노산 결과이다. 숙성 4주 동안 asparagine의 함량은 감소하였으나, cysteine, aspartic acid, glutamic acid, serine, glutamine, histidine, arginine, threonine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine, cystine, isoleucine, leucine,

Table 3. The change of free amino acids of imitated cheese made from whole milk powder and fermented milk during ripened at 12°C with vacuum packing for 4 wk

Amino acid	0 wk		4 wk	
	Mol %	nmol/mg	Mol %	nmol/mg
Cys	0.17	0.01	0.15	0.01
Asp	1.95	0.15	1.57	0.15
Glu	26.88	2.08	24.87	2.31
Asn	0.79	0.06	0.67	0.06
Ser	3.49	0.27	3.23	0.30
Gln	7.27	0.56	5.27	0.49
Gly	10.61	0.82	12.36	1.15
His	0.00	0.00	0.00	0.00
Arg	1.71	0.13	2.28	0.21
Thr	1.89	0.15	2.28	0.21
Ala	9.89	0.76	8.63	0.80
Pro	5.92	0.46	4.51	0.42
Tyr	1.21	0.09	2.17	0.20
Val	4.08	0.32	4.71	0.44
Met	1.38	0.11	1.84	0.17
Cys2 ¹⁾	1.63	0.13	0.42	0.04
Ile	2.46	0.19	3.14	0.29
Leu	3.84	0.30	10.75	1.00
Phe	8.19	0.63	8.54	0.79
Trp	3.48	0.27	1.07	0.10
Lys	3.16	0.24	1.55	0.14
Total	100.00	7.73	100.00	9.29
Bitter amino acid ²⁾	17.65	1.36	26.17	2.43

¹⁾ Cys2 means cystine.

²⁾ Bitter amino acids were Asp, Ile, Leu, Phe, Tyr.

Table 4. The change of free amino acids of imitated cheese made from whole milk powder and fermented milk during ripened at 12°C, 95% R.H with *P. camemberti* for 4 weeks

Amino acid	0 wk		4 wk	
	Mol %	nmol/mg	Mol %	nmol/mg
Cys	0.15	0.01	0.40	0.14
Asp	1.95	0.16	4.81	1.68
Glu	26.04	2.19	14.13	4.93
Asn	0.73	0.06	0.07	0.03
Ser	3.97	0.33	2.24	0.78
Gln	7.28	0.61	9.72	3.39
Gly	11.09	0.93	2.79	0.97
His	0.00	0.00	2.66	0.93
Arg	1.57	0.13	3.50	1.22
Thr	1.80	0.15	1.56	0.54
Ala	8.94	0.75	8.24	2.87
Pro	5.49	0.46	2.43	0.85
Tyr	0.84	0.07	5.11	1.78
Val	4.56	0.38	8.41	2.93
Met	1.49	0.13	3.49	1.22
Cys ²⁾	1.91	0.16	1.70	0.59
Ile	2.73	0.23	4.78	1.67
Leu	4.34	0.36	8.28	2.89
Phe	8.44	0.71	5.72	2.00
Trp	3.60	0.30	1.98	0.69
Lys	3.10	0.26	7.96	2.78
Total	100.00	8.40	100.00	34.87
Bitter amino acid ²⁾	18.30	1.53	28.70	10.02

¹⁾ Cys2 means cystine.

²⁾ Bitter amino acids were Asp, Ile, Leu, Phe, Tyr.

phenylalanine, tryptophan, lysine의 함량은 큰 폭으로 증가하였고, glycine의 변화는 경미하였다.

총 유리 아미노산은 8.40 nmol/mg에서 34.87 nmol/mg으로 증가하였으며, bitter amino acid는 1.53 nmol/mg에서 10.02 nmol/mg으로 증가하였다. Fenelon 등(2000)은 Cheddar 치즈에서 proline, phenylalanine, serine을 제외한 나머지 아미노산이 치즈 풍미의 특성을 나타낸다고 하였는데, 분유를 이용한 모조 치즈를 진공 포장 후 12°C에서 숙성시킨 경우에는 이들 세 가지 아미노산의 변화는 경미하게 나타났다. Hannon 등(2006)이 enzyme modified cheese 분말을 첨가하여 제조한 Cheddar 치즈와 O'Donovan 등(1996), Wilkinson 등(1994)이 제조한 Cheddar 치즈에서 우세한 아미노산은 leucine, phenylalanine, valine, lysine, serine이라고 보고하였다.

또한 starter culture를 생산하는 lacticin 3147를 첨가하여 제조한 Cheddar 치즈를 6개월간 숙성시킨 결과 serine, glutamic acid, alanine, valine, leucine, phenylalanine, lysine이 우세하다고 보고한 Fenelon 등(1999)의 결과와 비교하여 볼 때, 12°C의 숙성고에서 진공 포장하여 숙성한 경우에는 glutamic acid, glycine, alanine, leucine, pheny-

lalanine의 함량이 상대적으로 우세하였고 valine, lysine, serine은 함량은 비교적 적은 것으로 나타났다.

Hannon 등(2007)은 유산균을 첨가하여 제조한 후 2달간 숙성시킨 Cheddar 치즈의 경우, serine, glutamic acid, valine, leucine, phenylalanine, lysine, proline이 우세하다고 보고하였는데, 이러한 결과를 진공 포장하여 12°C에서 숙성시킨 모조 치즈와 비교하였을 때 glutamic acid, leucine, phenylalanine의 함량이 상대적으로 많은 것은 일치하나 serine, valine, lysine, proline의 함량은 Hannon 등(2007)이 보고한 것처럼 많지 않았다. 이러한 현상은 모조 치즈 내에 있는 과도한 유당과 유청 단백질로 인한 것으로 추정되며, 치즈 유사품의 숙성 및 풍미 생성 기작은 자연 치즈와 차이가 있고 새로운 풍미가 생성될 가능성이 있는 것으로 추정된다.

한편 Boutrou 등(2006)은 *Geotrichum candidum*을 접종한 후 한 달간 숙성시킨 Camembert 타입 치즈에서는 proline, glutamine, glutamic acid가 우세하게 나타났다. 이러한 결과를 본 실험에서 *P. camemberti*를 도포한 후에 숙성시킨 치즈와 비교해 볼 때 glutamic acid, glutamine, alanine, valine, leucine, lysine의 함량이 상대적으로 많았고 proline의 함량은 상대적으로 적었다. 이러한 결과로 볼 때 유산균 효소에 의한 분해와 곰팡이에 의한 분해가 동시에 일어날 때 유산균 효소에만 의존하는 숙성보다 곰팡이 효소와 함께 숙성을 병행하는 경우가 숙성이 유리한 것으로 나타났으며, *G. candidum*과 *P. camemberti*에 의하여 glutamic acid 및 유사 아미노산의 분해는 신속하였으나 *P. camemberti*에 의한 proline의 분해는 상대적으로 적은 것으로 나타났다. Auberger 등(1997)은 표면 곰팡이를 접종한 치즈가 곰팡이를 접종하지 않은 치즈에 비하여 leucine과 alanine의 생성량이 더 많다고 하였는데, 이는 본 실험의 결과와 일치하였다.

프랑스에서 생산되는 Camembert 치즈의 경우, glutamic acid, glycine, valine, leucine, phenylalanine 함량이 우세하다고 하였는데(Kubícková and Grosch, 1998), 이러한 결과를 *P. camemberti*를 처리하고 숙성시킨 치즈 유사품의 경우와 비교하였을 때, glutamic acid, valine, leucine 함량은 일치하였으나 glycine, phenylalanine의 함량은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

Thage 등(2004), Yvon과 Rijnen(2001)은 leucine, isoleucine, valine 등의 아미노산이 치즈 특유의 풍미를 낸다고 하였는데, 본 실험에서 *P. camemberti*를 접종한 후 숙성시킨 치즈 유사품의 경우에 leucine, isoleucine, valine 함량이 진공 포장한 후 12°C에서 유산균 효소에 의해서만 숙성시킨 모조 치즈보다 상대적으로 더 많이 유리되었으며, 치즈 풍미도 더 강하게 느껴졌다.

치즈에서 총 유리 아미노산은 숙성의 지표로 사용되고 있으며(Puchades *et al.*, 1989; McSweeney and Fox, 1997)

Cheddar 치즈에서도 6개월 이후 유리 아미노산이 증가되며 점차 풍미가 생성된다(Aston *et al.*, 1983)고 하였는데, 본 실험에서 제조 후 숙성시킨 모조 치즈는 4주 숙성 시에도 양호한 풍미가 생성되는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, Cheddar 치즈 등의 자연 치즈보다 분유를 이용한 치즈 유사품의 분해 정도가 더 신속하게 진행되는 것으로 나타났다. 하지만 여전히 잔류 유당에 의한 사상 조직과 푸석거림의 문제점 등으로 인하여 본 모조 치즈가 일반 치즈처럼 이용되는 데에는 한계가 있으며, 제과 및 제빵용이나 조리에 이용되는 치즈로서의 활용이 경제적인 면으로 볼 때 유리할 것으로 추정된다.

또한 두 가지 숙성 방법을 비교하여 볼 때, Table 3에서 나타난 것처럼 진공 포장 후 12°C에서 숙성한 치즈 유사품의 유리 아미노산 증가량에 비하여 Table 4에 나타난 곰팡이를 접종한 후에 12°C, 95% RH에서 숙성한 치즈 유사품의 유리 아미노산 증가량이 확연하게 많은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 진공 포장 후 숙성시킨 치즈는 유산균에 의한 효소와 잔류 렌넷에 의해서만 숙성이 진행되지만, *P. camemberti*를 접종한 후 숙성시킨 치즈는 유산균 효소와 잔류 렌넷 외에 곰팡이에 의한 효소가 추가로 작용하는 것으로 추정된다. 따라서 유당을 감소시키고 숙성이 더 신속하게 진행되는 곰팡이 숙성 방법이 진공 포장에 비하여 더 유리한 것으로 추정되나, 숙성 중 오염에 대한 문제점은 많은 주의를 요한다.

요 약

재고 분유를 이용하기 위하여 유청 배출없이 전지 분유와 발효유를 혼합하여 모조 치즈를 제조하였으며, 숙성 환경과 숙성 기간의 차이를 관찰하여 자연 치즈와 유사한 성질을 나타내는 최적의 숙성 조건을 규명하기 위하여 수분함량 변화, 일반성분, 비카제인태 질소화합물, 비단백태 질소화합물 그리고 유리 아미노산 등의 변화를 관찰하였다. 본 모조 치즈는 제조 후 건조 1일째가 수분함량이 40.27%로 가장 적합하였고, 이들은 진공 포장한 후 12°C에서 숙성하는 방법과 *P. camemberti* 곰팡이를 분무한 후 12°C, 95% RH에서 숙성하는 두 가지 방법으로 숙성하였다. 곰팡이 숙성 시 유당 함량이 24.64%에서 4주 숙성 시 5.43%로 급격히 감소하는 현상이 있었으나 진공 포장 숙성 시에는 유당의 변화가 심하지 않았다.

또한 진공 포장 숙성 시 비카제인태 질소 및 비단백태 질소는 숙성 4주 이후에 각각 28.10 mg/mL에서 50.61 mg/mL으로, 6.58 mg/mL에서 21.59 mg/mL으로 증가하였으며, 곰팡이 숙성 시 비카제인태 질소 및 비단백태 질소는 숙성 4주 이후에 각각 28.10 mg/mL에서 54.05 mg/mL으로, 6.58 mg/mL에서 23.06 mg/mL으로 증가하였다. 진공 포장 숙성 시 4주간의 유리 아미노산 차이를 측정된 결과,

arginine, tyrosine, leucine이 두드러진 증가를 보였다. 그리고 총 유리 아미노산이 7.73 nmol/mg에서 9.29 nmol/mg으로 증가하였고, bitter amino acid는 1.36 nmol/mg에서 2.43 nmol/mg으로 증가하였다. 또한 곰팡이 숙성 시 4주간의 유리 아미노산을 측정된 결과, asparagine을 제외한 모든 유리 아미노산이 두드러진 증가를 보였다. 총 유리 아미노산이 8.40 nmol/mg에서 34.87 nmol/mg로 증가하였고, bitter amino acid는 1.53 nmol/mg에서 10.02 nmol/mg로 증가하였다. 치즈 유사품 제조 시에 *P. camemberti*를 이용한 치즈가 *P. camemberti*를 이용하지 않는 치즈보다 단백질 분해 정도나 풍미가 더 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 삼육대학교 교내 연구비의 지원을 받아 수행하였으며, 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Auberger, B., Lenoir, J., and Bergère, J. L. (1997) Partial characterisation of exopeptidases produced by a strain of *Geotrichum candidum*. *Sci. Aliment* **17**, 655-670.
2. Addeo, F., Chianese, L., Salzano, A., Sacchi, R., Cappuccio, U., Ferranti, P., and Malorni, A. (1992) Characterization of the 12% trichloroacetic acid-insoluble oligopeptides of Parmigiano-Reggiano cheese. *J. Dairy Res.* **59**, 401-411.
3. Aston, J. W., Durward, I. G., and Dulley, J. R. (1983) Proteolysis and flavour development in Cheddar cheese. *Aust. J. Dairy Technol.* **38**, 55-59.
4. Benfeldt, C., Sorensen, J., Ellegard, K. H., and Petersen, T. E. (1997) Heat treatment of cheese milk; effect on plasmin activity and proteolysis during cheese ripening. *Int. Dairy J.* **7**, 723-731.
5. Bergamini, C. V., Hynes, E. R., and Zalazar, C. A. (2006) Influence of probiotic bacteria on the proteolysis profile of a semi-hard cheese. *Int. Dairy J.* **16**, 856-866.
6. Boutrou, R., Kerriou, L., and Gassi, J. Y. (2006) Contribution of *Geotrichum candidum* to the proteolysis of soft cheese. *Int. Dairy J.* **16**, 775-783.
7. Cliffe, A. J., Marks, J. D., and Mulholland, F. (1993) Isolation and characterization of non-volatile flavours from cheese: peptide profile of flavour fractions from Cheddar cheese, determined by reverse-phase high performance liquid chromatography. *Int. Dairy J.* **3**, 379-387.
8. Duggan, E., Noronga, N., O'Riordan, E. D., and O'ØSullivan, M. (2008) Effect of resistant starch on the water binding properties of imitation cheese. *J. Food Eng.* **84**, 108-115.
9. Fenelon, M. A., Ryan, M. P., Rea, M. C., Guinee, T. P., Ross, R. P., Hill, C., and Harrington, D. (1999) Elevated temperature ripening of reduced fat Cheddar made with or without lactacin 3147-producing starter culture. *J. Dairy Sci.* **82**, 10-22.

10. Fenelon, M. A., O'Connor, P., and Guinee, T. P. (2000) The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *J. Dairy Sci.* **83**, 2173-2183.
11. Gagnaire, V., Thierry, A., and Leonil, J. (2001) Propionibacteria and facultatively heterofermentative lactobacilli weakly contribute to secondary proteolysis of Emmental cheese. *Lait*. **81**, 339-353.
12. Hannon, J. A., Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G., Delahunty, C. M. and Beresford, T. P. (2006) Production of ingredient-type Cheddar cheese with accelerated flavor development by addition of enzyme-modified cheese powder. *J. Dairy Sci.* **89**, 3749-3762.
13. Hannon, J. A., Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G., Delahunty, C. M., and Beresford, T. P. (2007) Flavour precursor development in Cheddar cheese due to lactococcal starters and the presence and lysis of *Lactobacillus helveticus*. *Int. Dairy J.* **17**, 316-327.
14. Hickey D. K., Kilcawley K. N., Beresford T. P., Sheehan E. M., and Wilkinson M. G., (2006) The influence of a seasonal milk supply on the biochemical and sensory properties of Cheddar cheese. *Int. Dairy J.* **16**, 679-690.
15. Irigoyen, A., Izco, J. M., Ibáñez, F. C., and Torre, P. (2002) Influence of calf or lamb rennet on the physicochemical, proteolytic, and sensory characteristics of an ewe's-milk cheese. *Int. Dairy J.* **12**, 27-34.
16. Jordana, K., Kenny, O., FlitzGerald R. J., O'Cuinn, G., and Beresford, T. (2006) Autolysis of selected *Lactobacillus helveticus* adjunct strains during Cheddar cheese ripening. *Int. Dairy J.* **16**, 797-804.
17. Kubíčková, J. and Grosch, W. (1998) Evaluation of flavour compounds of Camembert cheese. *Int. Dairy J.* **8**, 11-16.
18. Lowry, O. H., Rosebrough, N. R., Farr, A. L., and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**, 265-275.
19. Lynch, C. M., Muir, D. D., Banks, J. M., McSweeney, P. L. H., and Fox, P. F. (1999) Influence of adjunct cultures of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* or *Lactobacillus plantarum* on Cheddar cheese ripening. *J. Dairy Sci.* **82**, 1618-1628.
20. McSweeney, P. L. H. and Fox, P. F. (1997) Indices of Cheddar cheese ripening. Proceed. 5th Cheese Sym., National Dairy Products Research Centre, Moorepark, Fermoy, Co., Cork, Ireland, pp. 73-89.
21. Noronha, N., O'Riordan, D. and O'Sullivan, M. (2008) Flavouring of imitation cheese with enzyme modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). *Food Chem.* **106**, 905-913.
22. O'Donovan, C., Wilkinson, M. G., Guinee, T. P., and Fox, P. F. (1996) An investigation into the autolytic properties of three lactococcal strains during cheese ripening. *Int. Dairy J.* **6**, 1149-1165.
23. Puchades, R., Lemieux, L., and Simard, R. E. (1989) Evolution of free amino acids during the ripening of Cheddar cheese containing added lactobacilli strains. *J. Food Sci.* **54**, 885-888.
24. Shin, H. S., Kim, S. B., and Lim, J. W. (2002) Comparative study of proteolytic activities of some commercial milk clotting enzymes on bovine skim milk. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* **44**, 801-808.
25. Song, W. S., Kim, Y. H., Hwang, H. H., Kim, E. R., and Yu, J. H. (1995) Effect of the mixing ratio raw milk, reconstituted milk, and the added contents of CaCl₂ and rennet on the texture of Mozzarella cheese made by direct acidification method with continuous agitation. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **15**, 68-73.
26. Tejada, L., Abellan, A., Cayuela, J. M., Martinez-Cacha, A., and Fernandez-Salguero, J. (2008) Proteolysis in goats' milk cheese made with calf rennet and plant coagulant. *Int. Dairy J.* **18**, 139-146.
27. Thage, B. V., Rattray, F. P., Laustsen, M. W., Ardo, Y., Barkholt, V., and Houlberg, U. (2004) Purification and characterization of a branched-chain amino acid aminotransferase from *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* CHCC 2115. *J. Appl. Microbiol.* **96**, 593-602.
28. White, J. A., Hart, R. J., and Fry, J. C. (1986) An evaluation of the waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. *J. Automat. Chem.* **8**, 170-177.
29. Wilkinson, M. G., Guinee, T. P., O'Callaghan, D. M., and Fox, P. F. (1994) Autolysis and proteolysis in different strains of starter bacteria during Cheddar cheese ripening. *J. Dairy Res.* **61**, 249-262.
30. Yvon. M. and Rijnen, L. (2001) Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *Int. Dairy J.* **11**, 185-201.

(Received 2009.9.25/Revised 1st 2010.1.15,
2nd 2010.1.18/Accepted 2010.1.20)