



## 퀘소블랑코 치즈의 감마선 조사 처리 효과

함준상\* · 정석근 · 노영배 · 신지혜 · 한기성 · 채현석 · 유영모 · 안종남 · 이주운<sup>1</sup> · 조철훈<sup>2</sup> · 이완규<sup>3</sup>  
농촌진흥청 축산연구소 · <sup>1</sup>한국원자력연구소 방사선이용연구부 · <sup>2</sup>충남대학교 동물자원학부 · <sup>3</sup>충북대학교 수의학과

### Effects of Gamma Irradiation on Queso Blanco Cheese

Jun-Sang Ham, Seok-Geun Jeong, Young-Bae Noh, Ji-Hye Shin, Gi-Sung Han, Hyun-Seok Chae, Young-Mo Yoo,  
Jong-Nam Ahn, Ju-Woon Lee<sup>1</sup>, Cheorun Jo<sup>2</sup> and Wan-Kyu Lee<sup>3</sup>  
National Livestock Research Institute, RDA, <sup>1</sup>Advanced Radiation Technology Institute  
<sup>2</sup>Chungnam National University, <sup>3</sup>Chungbuk National University

#### ABSTRACT

Effects of gamma irradiation on chemical, microbiological, and immunological changes of Queso Blanco cheese were investigated. Although Queso Blanco cheese was made by heat pasteurization at 85°C and addition of acid without lactic starter culture, total bacterial counts and lactic acid bacterial counts of control cheese were 7.65±0.04 and 7.64±0.02 log CFU/mL, respectively. It was thought that this microbial growth was due to the incomplete inactivation of raw milk by the heat treatment, resulting into growth during the pressing and the drying process. It demonstrated the possibility that if heat- and acid-resistant hazard microbes are present in raw milk, they can grow during the processes. Lactic acid bacterial counts of the irradiated cheese were 5.45±0.02 log CFU/mL at 1kGy, 2.12±0.12 log CFU/mL at 2kGy, and not detected at 3kGy or higher doses. The reduction of antigenicity by gamma irradiation was not found. It might be caused by the fact that most whey proteins of milk, a major antigen in milk, were already denaturated by heat process and removed during the draining.

(Key words : gamma irradiation, Queso Blanco cheese, microorganism, antigenicity)

#### 서론

퀘소블랑코(Queso Blanco)는 푸에르토리코와 베네주엘라에서 인기있는 라틴 아메리카 백색 치즈로 보통 유기산으로 스타터나 렌넷 첨가없이 만들어진다. 이 치즈는 보통 신선, 비숙성 치즈이고 과일이나 구아바 소스와 함께 소비된다. 치즈의 조직과 형태는 고수분 체다와 비슷하고 잘림성이 좋으나 고열에서도 늘어나거나 녹지 않는 특성을 보인다(Kosikowski, 1982). 또한, 이 치즈는 수율이 11.6%로 높으며, 진공포장시 품질 유지 특성이 뛰어나다. 이러한 특성은 찌개 요리가 많은 우리나라 식생활에 적용 가능성이 높은 것으로 생각된다. 그런데, 스타터 유산균을 첨가하지 않는 만큼 다른 미생물, 특히 유해 미생물의 성장 가능성을 배제할 수가 없다.

방사선 조사는 매우 효과적인 살균방법으로 에너지 효율

이 높고 때로는 다른 살균 처리와 비교해볼 때 경제적이며, 저장기간을 수 일에서 수 주간 연장하고, 신선 식품을 운송할 수 있는 거리를 크게 증가시킬 뿐만 아니라 가정에서의 저장 기간을 연장할 수 있는 기술로, 세계적인 식품 교역시 검역상의 이유로 이용성이 크게 증가하고 있다. 이미 약 60여국에서 식품의 조사처리를 허용했으며, 처리량은 35만 톤으로 추정되고 있다(Rubio, 2006). 이러한 식품 안전성 향상 목적 외에도 골수 이식 환자를 위한 무균 유제품 디저트(Dong *et al.*, 1992), 식용 및 생물학적 분해 가능 포장재(Ciesla *et al.*, 2004) 등 기능성 향상을 위한 기술 개발도 수행된 바 있으며, Lee 등(2001)과 Cho 등(2001)은 우유의 대표적 단백질인 케이신, 락토글로블린, 알부민 등 각각의 단백질 용액에 감마선을 조사하여 유단백질의 항원성이 저감됨을 보여 감마선 조사에 의한 알러지 저감 유제품 제조 가능성을 제시하였다.

그러나 현재까지 치즈를 이용한 감마선 조사처리의 영향에 관한 연구는 미약하여 본 연구에서는 감마선 조사처리가 퀘소블랑코 치즈의 화학적, 미생물적 및 항원성 변화에 미

\*Corresponding author : Jun-Sang Ham, National Livestock Research Institute RDA, 560 Omokchundong, Kwonsungu, Suwon 441-706, Korea.

치는 영향을 구명하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 치즈 제조

감마선 조사 처리를 위하여 퀘소블랑코 치즈를 제조하였으며, 제조공정을 Fig. 1에 표시하였다. 치즈 제조시 단백질과 지방의 비율을 1.2로 표준화 시켰다. 원유의 단백질 함량이 2.97%이고 지방함량이 3.86%이므로 8L의 온수에 탈지분유 4.46kg을 녹여 원유 100kg에 첨가하였으며, 구연산 315g 을 온수 20L에 녹여 첨가하였고, 소금은 300g (예상 수율 17%)을 첨가하였고 진공포장 후 감마선을 조사하였다.

#### 2. 감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구소 방사선연구원(Jeongeup, Korea) 내 감마선 조사시설을 이용하여 실온(14±1℃)에서 시간당 10kGy의 선량율로 각각 0, 1, 2, 3, 5, 10kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 흡수선량의 확인은 alanine dosimeter(지름 5mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였다. Dosimetry 시스템은 국제원자력기구(IAEA)의 규격에 준용하여 표준화한 후 사용하였으며, 총 흡수선량의 오차는 2% 이내였다.

#### 3. 일반 성분 분석

치즈의 일반 성분 조성은 AOAC 방법(1990)에 준하여 측정하였다.

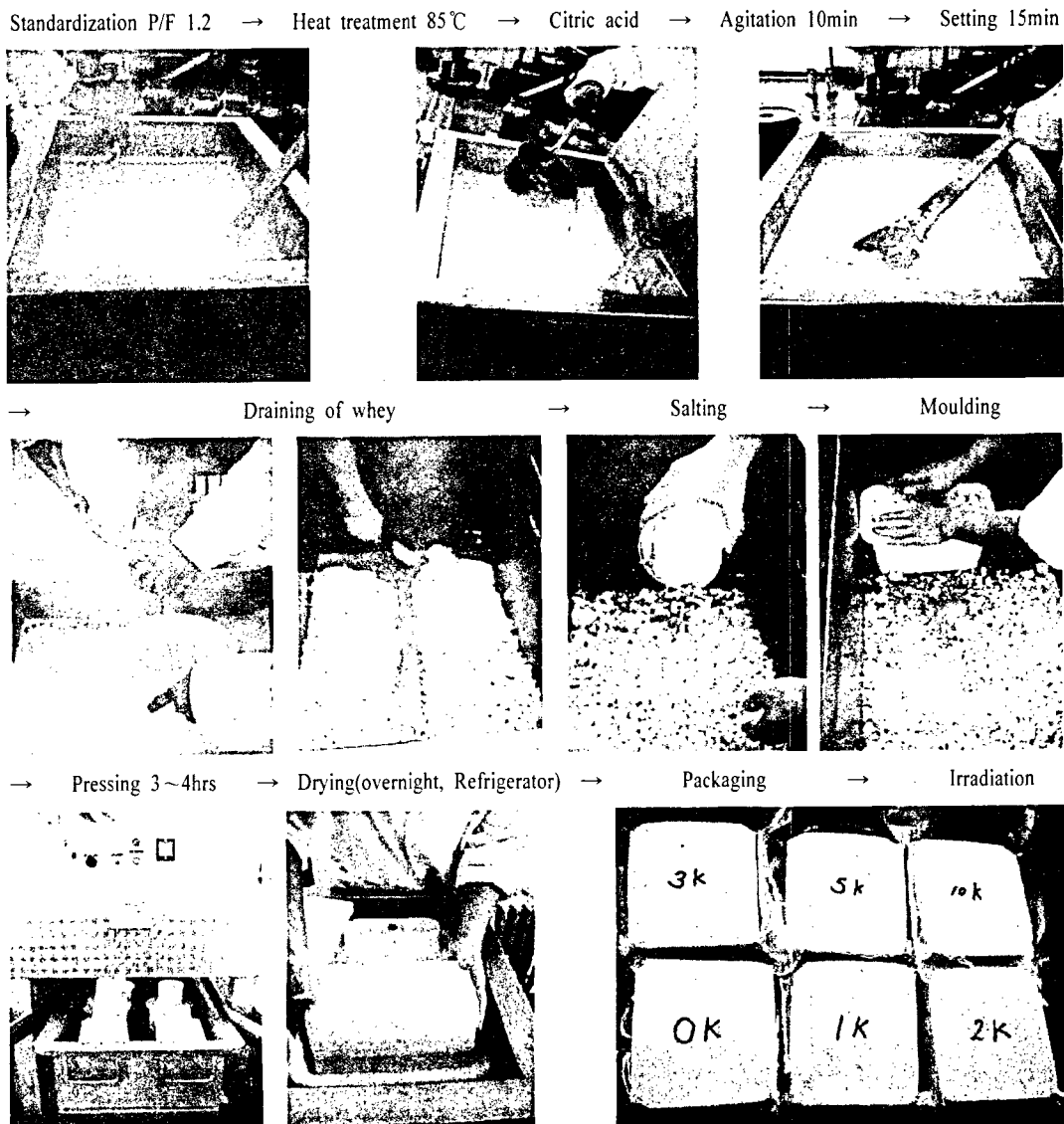


Fig. 1. Queso Blanco cheese making procedure.

**4. 미생물 검사**

치즈 시료는 믹스에 갈아 1g을 취하여 희석액(0.2% 펩톤)으로 희석한 다음, 비율별로 1mL씩 일반세균용 페트리필름 배양지(Aerobic Count Plate Petrifilm, 3M Health Care, USA)에 접종하여 32°C에서 48시간 배양한 수 붉은색의 콜로니를 계수하였다. 대장균군은 대장균군 측정용 페트리필름(Coliforms Petrifilm, 3M Health Care, USA)을 사용하였다.

**5. 아미노산 조성**

치즈 시료 1g을 취하여 6N HCl 40mL를 가하고 110°C에서 24시간 가수분해하였다. HCl을 제거하기 위해 rotary evaporator(Eyela, Japan)로 농축 후 잔류물을 증류수로 3회 세척한 후 농축하고 여과지(Toyo, No. 5B)로 여과하였다. 여과액을 증류수로 50mL로 만든 후 아미노산 분석기(HITACHI L-8500A, Japan)로 분석하였다. Cysteine과 methionine은 HCl 첨가전에 안정액(85% formic acid 45mL+30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5mL) 20 mL를 가하여 cysteic acid와 methionine sulfone으로 변환시켰다.

**6. 2D 전기영동**

2D 전기영동은 O'Farrell법(1975)을 기초로 하여 실험하였다. 1차 전기영동을 위해 만들어 놓은 lysis buffer 750mL(7M urea 2.1g/5mL+2M thiourea 760mg/5mL+CHAPS 100mg/5mL)에 DTT(50mg/5mL)를 첨가하고 시료를 250mL를 첨가한 후 PIC 40 µL(X25 Protease Inhibitor)를 넣고 pharmalyte 8 µL를 첨가한 후 sonicator에서 15°C로 10분 동안 sonicating시킨다. Sonication이 끝난 후 전기영동 mixer를 이용하여 2시간 동안 섞어준 후 40,000×g로 1시간 동안 10°C에서 원심분리하여 상층액을 취했다. 준비해둔 rehydration buffer(8 M urea 12g/25mL+CHAPS 0.125g/25mL+BPB 50 µL of 0.002%+DTT 2mg/mL+Pharmalyte 2 µL/mL) 350 µL에 원심분리한 상층액 100 µL를 튜브에 옮겨 놓은 후 샘플을 깨끗이 닦아 말린 세라믹 홈에 알맞게 로딩하고 스트립에 있는 필름을 제거한 후 스트립을 공기가 생기지 않도록 세라믹에 잘 덮고 커버 용액을 35mL 정도를 넣고 세라믹커버를 덮은 후 8,000V로 23시간동안 전류를 흘려주었다.

1차 전기영동 스트립을 안정화시키기 위해 만들어 놓은 equilibration buffer(1.5M Tris-HCl, pH 8.8) 10mL과 SDS 4g을 넣고 핫플레이트에서 약한 열을 가하며 녹이고 Urea 85.56 g과 Glycerol 69mL를 섞어서 30°C로 중탕을 시켜 잘 녹인 후 BPB(1%) 400 µL를 첨가하고 물. 200mL를 맞추어 넣은 후 필터링) 60mL에 DTT 60mg을 첨가한 후 스트립을 플라 스틱 원통에 넣고 위 buffer를 벽면을 따라 9.5mL 정도 원통에 흘리고 15분간 mixing을 해준 후 buffer를 버리고 equilibration buffer 60mL에 iodoacetamide 1.5g을 넣어 잘 혼합한

후 buffer를 벽면쪽으로 9.5mL 정도를 원통에 흘리고 mixing 해 주었다. Gel판에 집게를 이용하여 negative charge가 위쪽으로 가도록 gel(DALT Gel, 12.5, Amersham Biosciences)을 붙인 후 스트립을 running buffer에 담근 후 필름이 유리판에 닿도록 밀어 넣었다. Running buffer는 Tris 60.0g과 glycine 288.0 g을 섞어 증류수로 2L를 맞춰 10X로 만든 후 low buffer를 1X로 희석시켜 만들고 upper buffer를 2X로 희석시켜 만들었다. 유리판과 유리판 사이를 막기 위해 sealing agar (agrose 0.5g+BPB 200 µL를 running buffer로 100mL를 맞추다)로 꽉 채워 넣는다. 전기영동 수조에 buffer를 붓기 전에 만들어 놓은 low buffer와 upper buffer에 각각 0.1% SDS를 넣은 후 low buffer를 1L를 붓고 gel판을 넣은 후 upper buffer를 1L를 붓는다. 전기영동 장치를 완전히 조립한 후 36W에서 40분, 100W에서 다 내려갈 때까지 전기를 흘려준다.

겔을 Coomassie Brilliant Blue(ortho-phosphoric acid 80mL (1.6%)에 ammonium sulfate 400g(8%)을 넣어 녹이고 Coomassie Brilliant Blue G250 4g(0.08%)을 증류수에 녹인 후 두 시료를 천천히 교반시키면서 혼합해 주고 methanol 1,000mL(20%)를 교반시키면서 천천히 혼합하며 물을 첨가하여 5L로 맞추)로 6시간 이상 염색을 시킨 후 gel을 꺼내어 증류수로 3번 세척하였다.

**7. Competitive Indirect ELISA**

500µg의 탈지유를 멸균한 PBS(phosphate buffered saline, pH 7.2) 1mL에 용해하고 동량의 Freund's complete adjuvant(Sigma, U.S.A)와 혼합하여 W/O emulsion을 만들어 1.5 mL을 토끼(New Zealand White 종)의 등부위 10군데 피내주사하였다. 최초 면역 후 2주 및 6주째에 추가면역(boosting)을 실시하였다. 이때 항원의 주입량은 일차면역과 같았으나, Freund's incomplete adjuvant(Sigma, U.S.A)를 사용하였다. 마지막 면역 10일 후 혈액을 채취하여 4°C에서 24시간 정치시킨 후 항혈청을 분리하였다.

항원으로 사용한 탈지유를 0.1M sodium bicarbonate buffer(pH 9.5)에 0.5%의 농도로 용해하여 microplate의 각 well당 200 µL씩 분주하여 4°C에서 24시간 이상 coating한 후 well당 200 µL의 0.05% Tween-20을 함유하는 PBS(PBS-Tween)로 3회 세척하였다. 상기의 항혈청을 PBS-Tween으로 1/7,000로 희석하고 PBS-Tween에 용해한 각 농도의 치즈 시료를 동량 혼합하여 well당 100 µL씩 첨가하고, 37°C에서 한 시간 배양한 다음 Tween-20으로 앞에서와 같이 세척하였다. Anti-rabbit IgG-alkaline phosphatase conjugate(Sigma A8025)를 Tween-20에 1/1,000로 희석하여 well당 100 µL씩 주입하고 37°C에서 1시간 반응시켰다. 그 다음 1M diethanolamine buffer(pH 9.8)에 0.1% 농도로 용해시킨 p-nitrophenylphosphate 용액을 well당 100 µL씩 주입하고 37°C에서 30분간 배양한 후, 5N

Table 1. General composition of the Queso Blanco cheese (%)

Treatment	Moisture	Protein	Fat	Ash	pH	
0	49.6±0.13	24.8±0.17	16.2±0.01	2.24±0.17	5.48±0.12	
1	49.1±0.15	25.0±0.21	16.3±0.01	2.30±0.23	5.38±0.02	
Irradiation (kGy)	2	49.5±0.20	24.5±0.06	16.5±0.02	2.41±0.16	5.33±0.02
	3	50.1±0.73	24.5±0.47	16.2±0.02	2.14±0.10	5.24±0.05
	5	49.8±0.35	24.8±0.17	16.2±0.01	2.41±0.19	5.37±0.04
	10	49.7±0.42	24.8±0.29	16.7±0.01	2.32±0.19	5.33±0.03

NaOH를 well당 20 μL씩 첨가하여 효소 반응을 중지시키고 ELISA reader로 흡광도(405nm)를 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 일반조성

제조된 치즈의 조성은 Table 1에서 보는 바와 같이 수분 49.6±0.13%, 단백질 24.8±0.17%, 지방 16.2±0.01%, 회분 2.24±0.17%이었으며, pH는 5.48±0.12를 나타내었다. 감마선 조사 선량에 따른 성분 및 pH의 변화는 관찰되지 않았다.

Table 2. Standard plate counts, lactic acid bacterial counts and coliforms of the cheese (Unit : log CFU/g)

Treatment	SPC	BCP (Lactic acid bacteria)	Coliforms
0	7.65±0.04	7.64±0.02	ND
1	5.17±0.05	5.45±0.02	ND
Irradiation (kGy)	2	ND	2.12±0.12
	3	ND	ND
	5	ND	ND
	10	ND	ND

#### 2. 미생물

퀘소블랑코 치즈의 총균수, 유산균수 그리고 대장균군을 Table 2에 표시하였다. 대장균군은 검출되지 않았으며, 총균수와 유산균수가 거의 유사하게 측정되었다. 퀘소블랑코 치즈 제조과정 중 85°C로 가온하는 과정에서 대부분의 미생물이 사멸될 것으로 생각되었으나, 대조구에서 총세균수는 7.65±0.04 log CFU/g, 유산균수는 7.64±0.02 log CFU/g을 나타내었고 열에 저항성이 있는 유산균이 살아남아 압착 및 건조 과정에서 증식한 것으로 생각된다. 이들은 3kGy 이상의 감마선 조사에 의해 모두 사멸되었다. 퀘소블랑코 치즈는 제조특성상 유산균을 접종하지 않으며 응유효소로 렌넷을 사용하지 않고 열과 산에 의해 커드를 형성하므로 제조 과정이 간편한 반면 안전성에 대한 우려가 높은 만큼 3kGy 이하 저선량의 조사를 통해 안전성 확보가 가능할 것으로 생각된다.

#### 3. 아미노산 조성

치즈의 아미노산 조성을 Table 3에 표시하였다. 퀘소블랑코 치즈의 아미노산 함량은 GLU, PRO, LEU, LYS, ASP, VAL, SER, TYR, PHE, ILE, THR, ARG, ALA, HIS, MET.

Table 3. Amino acid content of the irradiated cheese (mg/100g cheese)

Treatment	ALA	ARG	ASP	CYS	GLU	GLY	HIS	ILE	LEU	
0	779.8± 4.8	800.6± 8.2	1,793.5± 9.2	223.9± 6.3	5,125.4± 75.6	445.0± 3.1	608.8± 2.3	1,069.1±25.0	2,386.6±13.2	
1	793.0± 5.8	806.5± 6.2	1,815.7±15.3	220.5± 8.1	5,280.4± 41.2	450.8± 4.2	614.0± 5.1	1,072.8±22.5	2,419.1±20.7	
Irradiation (kGy)	2	768.7±15.9	788.5±12.5	1,768.0±26.2	232.2±10.5	5,074.6± 75.4	439.6± 6.1	597.2±12.6	1,070.5±28.4	2,347.3±53.7
	3	768.5±18.2	796.3±20.3	1,777.2±50.6	210.5± 1.4	5,094.1±108.3	443.6±13.9	608.8±19.7	1,082.9±27.4	2,375.3±67.4
	5	779.3±19.1	790.5± 6.2	1,795.5±25.5	225.0± 0.7	5,151.9± 70.5	445.3± 7.1	602.7± 9.4	1,053.2±25.8	2,377.6±37.8
	10	781.0±17.0	791.0±12.0	1,800.5±34.3	221.9± 8.0	5,178.9± 97.8	449.6± 9.9	606.0±10.9	1,080.6±20.2	2,385.5±46.8

Control	LYS	MET	PHE	PRO	SER	THR	TYR	VAL	
0	1,901.1± 6.2	569.4± 7.4	1,115.1± 7.7	2,590.1±57.9	1,325.8± 8.3	1,033.7± 5.9	1,153.6±14.9	1,376.7±46.0	
1	1,923.5±15.7	570.2±10.0	1,120.2± 9.7	2,643.0±50.7	1,355.0±12.1	1,048.2± 8.0	1,150.7±13.2	1,400.1±42.2	
Irradiation (kGy)	2	1,873.4±39.8	593.6±19.3	1,088.0±26.8	2,568.1±63.6	1,308.7±16.8	1,021.6±15.6	1,144.1±24.2	1,352.8±22.1
	3	1,895.5±56.9	567.5± 5.4	1,098.4±38.2	2,591.9±93.9	1,305.6±38.3	1,023.5±28.2	1,144.4±46.0	1,395.3±34.4
	5	1,893.1±31.0	573.7± 3.2	1,098.8±18.7	2,645.8±55.8	1,337.3±20.8	1,039.8±15.3	1,156.2±16.1	1,344.6±44.6
	10	1,897.2±37.4	566.5± 1.7	1,107.6±22.8	2,642.6±51.7	1,347.1±31.7	1,046.2±20.3	1,150.7±25.9	1,349.7±56.5

GLY 그리고 CYS 순이었으며, 필수 아미노산인 PHE+TYR, LEU, ILU, THR, MET+CYS, LYS 그리고 VAL 함량은 각각 9.1, 9.6, 4.3, 4.2, 3.2, 7.7 및 5.6g/100g protein으로 이상적인 단백질의 필수 아미노산 함량인 6.0, 7.0, 4.0, 4.0, 3.5, 5.5 및 5.0g/100g protein(Renner, 1993)보다 MET+CYS를 제외하고는 모두 높게 나타났다. 한편, 감마선 조사선량에 따른 일정한 증감 경향은 관찰되지 않았다.

4. 2-D 전기영동

Fig. 2는 치즈에 감마선 조사 후 2D 전기영동한 이미지 사진이다. Brodard(1995)가 제시한 우유 단백질의 2D 사진과 대조구 치즈(0kGy)와 비교시  $\beta$ -lactoglobulin과  $\alpha$ -lactalbumin을 비롯한 유청단백질이 많이 소실되었음을 알 수 있고, 치즈 내  $\alpha_{s2}$ -casein 함량이 크게 감소한 것으로 나타났다. 한편, 감마선 조사에 따라 다양한 분해산물이 관찰되었으나, 도스에 따라 일정하지 않고 불규칙한 분해가 이루어짐을 알 수 있었다.

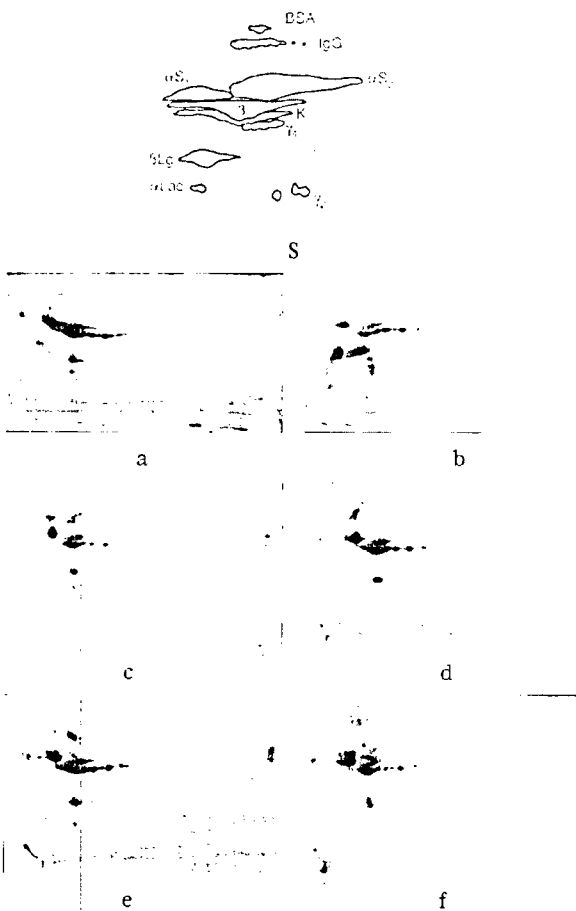


Fig. 2. 2D electrophoresis image of the irradiated cheese. S: Milk proteins(Brodard et al., 1995), a: 0kGy, b: 1kGy, c: 2kGy, d: 3kGy, e: 5kGy, f: 10kGy.

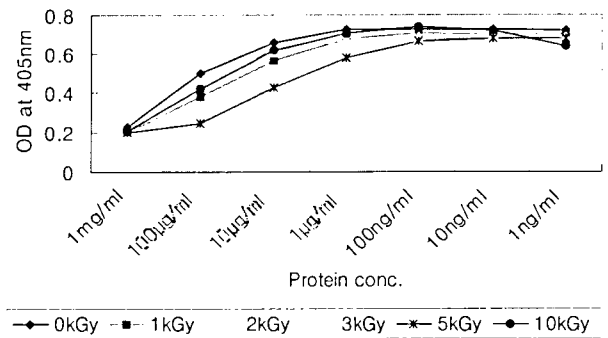


Fig. 3. Binding of rabbit antiserum to the cheese proteins.

5. 항원성

ELISA로 측정된 각 시료의 농도에 따른 흡광도를 Fig. 3에 나타내었다. 치즈의 감마선 조사처리 시 흡광도가 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 감마선 조사에 의해 단백질의 항원성이 증가했음을 의미하며, 감마선 조사 처리에 의해 원유의 항원성을 저감할 수 있다는 기존의 보고(함 등, 2005)와는 상반된다. 그러나, 원유 실험에서는 열처리와 감마선 조사처리간의 차이이고, 유청단백질의 효과만을 반영(유청단백질 검출용 항혈청 Sigma W3501 사용)한 반면, 본 실험에서는 치즈 제조과정에서 85°C로 열처리를 받은 후에 유청이 제거되고 케이스인의 항원성이 주로 반영되었기 때문에 차이가 생긴 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 항원성을 저감한 유제품 개발을 위한 기초자료 도출을 위해 감마선 조사 처리시 퀘소블랑코 치즈의 화학적, 미생물학적 및 항원성 변화를 비교하였다. 퀘소블랑코 치즈는 제조과정에서 85°C 열처리와 산에 의해 커드를 형성시켜 제조하는 신선치즈로 스타터 유산균을 첨가하지 않지만, 제조 시에 7.65±0.04 log CFU/g의 총세균과 7.64±0.02 log CFU/g의 유산균수를 나타내었다. 이는 원유 내 미생물 중 85°C에 사멸하지 않은 내열성 유산균이 압착 및 건조 과정에서 성장한 때문으로 생각된다. 대장균군은 검출되지 않았으나, 원유 내에 열과 산에 강한 유해균의 존재시 압착 및 건조 과정에서 증식할 가능성이 높다. 감마선 조사처리시에는 1kGy에서 5.45±0.02 log CFU/g, 2kGy에서 2.12±0.12 log CFU/g의 유산균수를 나타내었으나, 3kGy 이상에서는 전혀 검출되지 않아 안전성 확보가 가능한 것으로 나타났다. 한편, 감마선 조사에 의한 항원성 저감은 관찰되지 않았는 바 이는 치즈 제조과정에서 상당한 열처리가 이루어지고, 유단백질에서 주요한 항원성을 나타내는  $\beta$ -lactoglobulin이나  $\alpha$ -lactalbumin 등 유청단백질이 대부분 치즈 제조과정에서 제

거되었기 때문으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 농림부의 농림기술개발연구사업의 지원(2005~2007)으로 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Brodard, V., Bernard, H., Wal, J. M., David, B. and Peltre, G. 1995. Two-dimensional analysis of cow's milk allergens with the IPG-DALT technique. *Adv. Exp. Med. Biol.* 371B: 875-878.
2. Cho, K. H., Yook, H. S., Lee, J. W., Lee, S. Y. and Byun, M. W. 2001. Changes of binding ability of milk-hyper-sensitive patients' IgE to gamma-irradiated milk proteins. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* 30:505-509.
3. Ciesla, K., Salmieri, S., Lacroix, M. and Le Tien, C. 2004. Gamma irradiation influence on physical properties of milk proteins. *Radiat. Phys. Chem.* 71:93-97.
4. Dong, F. M., Hashisaka, A. E., Rasco, B. A., Einstein, M. A., Mar, D. R. and Aker, S. N. 1992. Irradiated or aseptically prepared frozen dairy desserts: acceptability to bone marrow transplant recipients. *J. Am. Diet Assoc.* 92:719-723.
5. Lee, J. W., Kim, J. E., Yook, H. S., Kang, K. O., Lee, S. Y., Hwang, H. J. and Byun, M. W. 2001. Effects of gamma radiation on the allergenic and antigenic properties of milk proteins. *J. Food Prot.* 64:272-276.
6. Renner, E. 1993. Nutritional aspects of cheese. *In Cheese: Chemistry, physics and microbiology* 2nd ed.(P. F. Fox, ed) pp. 557-579, Chapman & Hall, London.
7. Rubio, T. 2006. Development on food irradiation - Present and Future. *FAO/IAEA National Workshop.*
8. Schweigert, B. S. 1959. The present status of irradiation of foods in the U.S.A. - Milk and milk products. *Int. J. Appl. Radiat. and Isot.* 6:164-165.
9. Toby, A., Ten, E. and Melissa, W. 2004. The more things change...: milk pasteurization, food irradiation, and biotechnology in the New York Times. *The Social Sci. J.* 41: 29-41.