



비살균 원유로 만든 다양한 치즈의 안전성에 관한 연구: 총설

†김홍석¹ · †천정환^{1,2} · †임종수¹ · †김현숙¹ · 김동현¹ · 송광영^{1*} · 김수기² · †서건호¹

¹건국대학교 수의과대학 및 KU 식품안전연구소, ²건국대학교 동물생명과학대학 동물자원학과

Safety of Various Types of Cheese manufactured from Unpasteurized Raw Milk: A Review

†Hong-Seok Kim¹, †Jung-Whan Chon^{1,2}, †Jong-Soo Lim¹, †Hyun-Sook Kim¹, Dong-Hyeon Kim¹, Kwang-Young Song^{1*}, Soo-Ki Kim² and †Kun-Ho Seo¹

¹KU Center for Food Safety and College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

²Dept. of Animal Science & Technology, College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract

Before the advent of pasteurization and other microbiological controls in the dairy industry, milk product - borne diseases such as scarlet fever, typhoid fever, septic sore throat, and tuberculosis were globally widespread. Pasteurization was invented by Louis Pasteur, and it has been considered as one of the most effective ways to control milk product-borne diseases since the 20th century. Nevertheless, till date, various types of cheese in the EU, the USA, and other countries are made from unpasteurized milk as artisan cheese, following the specific food regulations of each nation. Furthermore, after the effectiveness of the Free Trade Agreement (FTA) negotiations between Korea and many nations, the import of various types of cheese made in different conditions and influenced by acidity, preservatives, temperature, competing flora, water activity, and salt concentration increased yearly. Hence, the objective of this review was to describe (1) the 60-day aging rule of cheese, (2) characteristics of the outbreaks linked to cheese manufactured from unpasteurized milk since 1998 to 2011 in USA, and (3) serious health risks from unpasteurized milk, to ensure food protection and safety and to use this basic information for risk assessment.

Keywords: raw milk, cheese, pasteurization, 60-day ripening, health risk, FTA

서론

우유는 완전식품으로 널리 이용되고 있는 매우 유용한 음식자원 중의 하나이지만, 우유의 성질상 외부의 환경에 매우 쉽게 영향을 받는 식품이기도 하다(Johnson, 2002). 2013년 초에 뉴질랜드산 우유에서 독성물질인 DCD가 검

출되면서 연간 97억 달러에 달하는 뉴질랜드 유제품 수출에 타격을 경험한 적이 있었다. 오염 원인을 살펴보면 축산업자들이 건강문제를 초래할 수 있는 비료부산물인 질산염이 강이나 호수로 유출되는 것을 방지하기 위해 질산화 저해제인 DCD(Dicyandiamide)를 이용한 것으로 조사되었다. 비록 식품에 포함된 DCD 수치에 관한 국제규정은 존재하지 않지만, 수치가 높을 경우 인체에 유해하다고 알려져 있다(Korea FDA, 2013). 따라서 원유 품질의 문제는 유가공제품의 생산에 있어서 매우 중요한 요인이기에 매우 중요한 문제이다(Johnson, 2002; Gould *et al.*, 2014). 최근에 우유와 관련된 큰 사건 등을 정리하면 다음과 같다.

† These authors contributed equally to this study.

* Corresponding author: Kwang-Young Song, KU Center for Food Safety and College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: +82-2-450-4121, Fax: +82-2-3436-4128, E-mail: drkysong@gmail.com

- 2005년 6월에 네슬레가 중국에서 판매한 분유에 기준치를 초과하는 요오드가 포함되어 있다는 사실을 인정하였지만, 건강에는 큰 위험이 없다고 사과성명을 발표하였다.
- 2005년 11월에 이탈리아 정부기관이 네슬레와 누미코가 제조한 분유팩 라벨에서 화학물질을 검출하면서 리콜 사태가 발생하였다.
- 2008년에 뉴질랜드 유제품 대기업 폰테라가 지분 48%를 보유하고 있는 산루 등 중국업체 22개가 제조한 멜라민 분유로 인해 6명 사망하고, 30만 명 병원에 입원하였다.
- 2011년 11월에 중국기업 명니우유업이 제조한 우유에서 암 유발 물질 아플라톡신이 검출돼 전량 폐기하였고, 명니우유업은 곰팡이가 핀 소사료 때문에 발생하였다고 해명하였다.
- 2012년 6월에 중국기업 광명유업 우유에서 세제가 검출되어 리콜 사태가 발생하였다.
- 2012년 6월에 중국기업 내몽골 이리그룹 분유에서 기준치를 넘어서는 수은이 검출되어 리콜 사태가 발생하였다.
- 2012년 7월에 중국기업 아바이유업 분유에서 아플라톡신이 검출되어 리콜 사태가 발생하였다.

한국농촌경제연구원의 2014년 2/4분기(4-6월) 농축산물 수입동향 보고서에 의하면 미국과 EU 중심 2013년보다 수입액 17.7% 증가하였으며, 관세 대폭 인하 미국과 EU산 치즈 국내 점유율 무려 82% 차지하고 있다(Korea Rural Economic Institute, 2014). 2013년 한국과 FTA를 맺은 47개국에서 수입된 농축산물 총액(153억 2,300만 달러)이 처음으로 전체 농축산물 수입액(303억 9,400만 달러)의 절반을 넘어선 데 이어, 2014년 상반기에는 FTA 체결국 비중이 벌써 56.4%를 넘어섰다. 2014년 2/4분기 미국과 유럽연합(EU) 등으로부터의 축산물 수입 확대가 많은 영향을 미친 것으로 분석되었다. 특히, FTA 시행으로 관세인하 혜택을 누리는 미국과 EU산 유제품 수입량도 큰 폭으로 증가하는 추세다. 2014년 2/4분기 미국산 치즈 수입량은 15,750톤으로 전년 동기 9,882톤과 비교하여 59.4% 급증하였으며, EU산도 2,416톤에서 3,333톤으로 37.9%가 증가하였다. 현재 유제품의 경우, 미국산 치즈는 7,426톤 이하 물량, EU산 치즈는 4,836톤 이하 물량에 대해 무관세 혜택이 주어지고 있다. 반면, 관세혜택을 받지 못하는 뉴질랜드산과 호주산 치즈는 수입량이 지난해 같은 기간보다 각각 65.0%와 35.2%씩 급격하게 하락하였다. 이에 따라 FTA 특혜관세를 적극 활용한 미국산과 EU산 치즈는 현재 한국 시장의 81.9%를 차

지한 상태이다(Korea Rural Economic Institute, 2014).

이렇게 다양한 나라에서 수입되는 다양한 치즈가 한국에서 매년 수입량이 증가하고 있는 상황과 수입되는 대부분의 치즈가 다양한 연령층에 의해 소비되고 있는 현실을 고려해 볼 때, 다양한 조건에서 제조된 수입치즈의 안전성 문제는 국민 건강과 매우 직결되어 있다. 특히, 원유의 살균 처리가 되지 않고 만들어지는 비살균 치즈의 경우에는 더욱더 많은 관심이 요구되고 있는 것이 사실이다. 따라서 치즈의 안전성뿐만 아니라, 비살균 치즈의 종류와 안전성에 대한 검토가 절실히 요구되어지고 있는 것이 사실이다.

따라서 본 논문의 목적은 다양한 치즈 중에서도 특히 최근에 많은 관심분야인 비살균 치즈의 안전성을 확보하기 위해서 (1) 비살균 치즈의 60일 숙성의 의미, (2) 비살균 치즈에 의한 질병 발생 현황, 그리고 (3) 미국 FDA에서 비살균 치즈에 대한 범규들을 검토하여 향후 한국에 수입되는 다양한 비살균 치즈와 살균처리된 치즈에 대한 기초자료로서 risk assessment에 활용하는데 있다. 또한 본 총설논문의 모든 자료들은 이미 발표된 다양한 문헌 등을 재정리하여 서술하였다.

비살균 치즈의 60일 치즈 숙성

2010년에 Estrella Family Creamery와 Sally Jackson Cheese에서 *Listeria*와 *E. coli* O157:H7에 의해 질병이 발생과 2011년 2월에 미국에서 비살균 우유로 제조된 Bravo Gouda 치즈 내에 존재하는 *E. coli* O157:H7에 의한 질병이 발생한 후, 한 번 더 “비살균 우유와 60일 숙성”에 대한 많은 관심을 가지게 되었다(Food Safety News, 2011). 또한 미국 내에서는 지속적으로 발생하는 질병과 비살균 및 살균된 유제품의 회수들이 반복적으로 발생되고 있는 것이 사실이다. 따라서 현재 미국에서 시행되고 있는 비살균 원유로 만든 치즈의 경우, 60일 숙성에 관한 배경을 살펴볼 필요가 있다.

현재 비살균 치즈는 미국의 다양한 범규 등에 의해서 많은 규제를 받고 있다. 하지만 2010년에 일어난 치즈와 관련된 질병과 식품 회수는 전례 없이 가장 높은 수치를 기록하였다(US CDC, 2010). 이 사건을 통해서 미국 FDA가 비살균 우유로 제조한 치즈에 대해 시행한 단속과 비살균 우유로 제조한 치즈 내에 존재하는 미생물과 식품 안전성 및 식품 품질에 관한 문제가 사회적으로 큰 문제로 대두되었다. 따라서 비살균 우유로 제조된 치즈에 적용되는 규제강화조치가 요구되기도 하였다(Food Safety News, 2011).

이미 1997년에 FDA는 비살균 우유로 제조한 경질치즈의 60일 숙성과정을 재검토해야 된다는 요구가 있었지만, 그 당시에는 규정이 바뀌지 않았다. 다시 말해, 비살균 우

유로 제조된 치즈의 숙성과 식품 안전성에 대한 문제는 비살균 치즈의 60일 숙성이 제정된 후에도 여러 번 문제가 제기되었다(D'Amico *et al.*, 2008abc). 따라서 미국 내에서 비살균 우유로 제조된 치즈에 관한 규정의 역사적 배경과 연대표, 그리고 FDA에 의해 제정된 60일 숙성에 대한 과학적인 관점에서의 검토가 요구되어지고 있다.

1. 비살균 치즈의 정의

비살균 우유로 제조한 치즈의 60일 간의 숙성 기준에 대한 논의를 시작하기 전에 치즈 스타일의 의미와 각 치즈의 규정의 차이를 이해하는 것이 중요하다. 치즈는 원래 인간 사회에서 우유를 저장하는 방법으로 발달되었다. 미국에서 치즈는 주로 소, 염소, 양, 버팔로의 우유로부터 제조된다(Donnelly, 1990). FDA는 21 C.F.R. Part 133에 규정된 72가지의 치즈와 치즈제품 가운데 35°F 이상의 온도에서 60일 이상 숙성된 비살균 우유로만 제조된 치즈의 판매만 허가한다(US FDA, 21 CFR Part 133). Raw Milk Cheesemakers' Association은 비살균의 저온살균법에 대해 추가적인 기준을 적용하였다(Altekruse *et al.*, 1998). “미국 FDA의 규정에 따라 착유 중에 104°F(40°C) 이상의 온도로 열처리 되지 않은 비살균 우유로 제조된 치즈는 60일 이상 35°F 이상의 온도에서 숙성시켜야 한다”라고 규정되어 있다(US FDA, 21 CFR Part 1240.61).

2. 원유로 만들어진 치즈의 법규변화의 연대표

1) 1941~1944

장티푸스 유행병은 캐나다산 비살균 우유로 제조된 체더 치즈(Cheddar cheese)에 의해 발생했다(Johnson, 2002). 질병을 일으키는 *Salmonella* 균주는 30일 동안 숙성된 치즈에서는 발견되었지만, 48일 또는 63일 동안 숙성된 치즈로부터는 발견되지 않았다. *Salmonella*의 위험성으로 인하여 캐나다 앨버타에서는 숙성기간이 90일 미만인 치즈는 판매할 수 없었다(Werner *et al.*, 1979).

2) 1946

*Brucella abortus*는 초기 접종 수칙에 따라 비살균 우유로 제조된 체더치즈 내에서 6개월까지 생존 가능한 것이 밝혀졌으나, 체더치즈가 파상열(*B. abortus*에 의해 일어나는 인체 질병)의 매개체는 아니었다(Johnson, 2002). D'Amico (2010a)는 이 연구를 이전 자료(63일 이상 숙성된 치즈에 의해서는 장티푸스가 발생하지 않음)와 통합하여 *Brucella abortus*가 60일 동안의 보존 기간을 거친 치즈에서 생산됐었다고 주장했다. 그러나 1940년에 기록된 보고에 의하면

Mycobacterium tuberculosis(>100 days), *Salmonella typhi* (3~10 months), hemolytic *Streptococcus*(>160 days)는 체더 치즈 내에서 더 오랜 시간 동안 생존할 수 있다(Johnson, 2000).

3) 1950

FDA는 치즈 제조 시 살균된 우유를 사용하거나, 치즈를 60일 이상 35°F 이상의 온도에서 열처리해야 된다는 규정을 발표했다. D'Amico(2010b)에 의하면 미국 내에서는 이 규정을 위반하지 않고, 비살균 우유로 제조 가능한 자연산 치즈가 30여종 이상이 있다.

4) 1960

추가적인 연구가 *Salmonella Typhimurium* 등의 병원균이 60일 이상 숙성한 치즈 내에도 생존하는 것을 증명했다(Villar *et al.*, 1999). 냉장온도에서 보관할 경우, *Salmonella typhi*는 stirred curd granular cheddar cheese 내에서 150~180일 이상 생존할 수 있는 것이 밝혀졌다.

5) 1987

1971년부터 1975년 사이에 더블린에서 *Salmonella*에 의해 발생한 질병(22명의 사망자)을 포함한 많은 식품매개 질병이 상업 비살균 음용유에 의해 일어났다(Haeghebaert *et al.*, 2003). 이 사건으로 시민들의 탄원서가 제출되었으며, FDA에게 주내 비살균 음용유 및 유제품의 판매를 금지하도록 요청하는 연방 판사의 판결이 내려졌다.

6) 1973~1992

CDC가 비살균 우유 및 이 우유로 제조된 치즈에 의한 질병의 발생을 보고했으며, 이 기간 동안 58명의 사망자와 32건의 치즈에 의한 질병이 발생했다(Altekruse *et al.*, 1998). 그러나 연구자들은 “치즈 제조가 오늘날의 식품 의약품국(Food and Drug Administration)의 위생 조건에 만족된 상태였다면, 질병의 발생을 막을 수 있었을 것”이라는 결론을 내렸으며, 또한 “치즈의 보존처리가 치즈 내에 존재하는 대부분의 박테리아를 제거하지만, US CDC Foodborne Disease Outbreak Surveillance System 이외의 자료에 의하면 보존처리 하나만으로는 *Salmonella*, *Listeria*, *E. coli* O157:H7 등의 미생물을 치즈 내에서 완전히 제거할 수 없다고 제기했다.”

7) 1996

South Dakota State University의 연구자들(1996)은 60일 간의 숙성으로 체더치즈 내에 존재하는 *E. coli* O157:H7의

수치를 감소시키는 방법은 비효율적이라고 발표했다. 그 후, FDA는 National Advisory Committee for Microbiological Criteria for Food(NACMCF)에게 60일 숙성의 효과에 대한 논문을 재검토할 것을 요청했다. 위원회는 FDA에게 “경질치즈의 60일간의 숙성과정은 공중위생을 개선하는 효과적인 수단인지 검토가 필요하다”고 보고하였다.

8) 2002

캐나다 앨버타의 위생관들은 *E. coli* O157:H7에 의한 출혈성 대장염이 비살균 우유로 제조된 고다 치즈와 관련 있다고 제기했다(Govaris *et al.*, 2002). 그들의 논문에서는 캐나다에게 비살균 우유로 제조된 경질치즈의 숙성 대한 연방 규정을 재평가하여야 한다고 주장했다.

9) 2004

60일 간의 숙성과정이 국민의 건강 보호를 책임질 수 없다고 주장하는 NACMCF와 다른 최근 연구를 바탕으로 “기관이 시행하는 치즈 가공 시에 필요한 조건의 평가에 도움을 제공할 비살균 우유로 제조된 치즈에 대한 위험성”에 관한 논의가 FDA에서 진행되고 있다는 내용이 Food Safety Magazine에 게재되었다(Sheehan *et al.*, 2004).

10) 2006

Schlesser 등(2006)의 연구 결과는 60일 간의 숙성과정을 통해 비살균 우유로 제조된 체더치즈 내에 존재하는 *E. coli* O157:H7를 제거할 수 있다고 밝혔다.

11) 2008

D’Amico 등(2008b)은 *Listeria monocytogenes*가 가공 후 과정을 오염시키는 물질일 경우, 60일 간의 숙성과정이 비살균 우유 또는 살균된 우유로 제조된 surface-mold-ripened 연질 치즈의 안정성을 보장하지 못한다고 밝혔다. 연구자들은 “이 종류의 치즈는 숙성이 아닌 다른 방법을 사용해서 안정성을 추구해야 되기 때문에 현재 연방 규정을 개정할 필요성이 있다”라고 결론을 내렸다.

12) 2010

FDA는 *Listeria monocytogenes* 오염에 중점을 두고 치즈의 안정성에 대한 전국적인 조사를 시행했다(Gould *et al.*, 2014). 특히, 이 조사는 치즈 제조 시설의 규모에 상관없이 모든 시설에서 생산되는 비살균 및 살균된 치즈제품을 대상으로 하고 있다.

11월에 비살균 우유로 제조되었고, 규정에 따라 60일간 숙성시킨 고다 치즈에 의한 38건의 질병의 발생을 CDC가

보고한다(US CDC, 2010).

2010년 12월 D’Amico 등(2010b)은 숙성된 고다 치즈와 stirred-curd 체더치즈 내에 생존하는 *E. coli* O157:H7에 대한 연구를 보고하였다. 60일 숙성 조건은 체더치즈의 *Brucella abortus*는 제거되지만, 비살균 우유로 제조된 고다 치즈 또는 stirred-curd 체더치즈 내의 살아있는 *E. coli* O157:H7를 완전히 제거하기에는 불충분하다고 보고하였다.

3. 60일 숙성의 규정에 의해서 판매 허용되는 치즈의 종류(미국치즈협회)

1) Fresh cheeses

60일 숙성 규칙이 허용되지 않는다. 이탈리아 스타일 치즈(Mascarpone와 Ricotta), Chevre, Feta, Cream cheese, Quark, Cottage cheese, *Queso fresco*, 멕시코 스타일 신선한 치즈.

2) Soft-ripened cheeses

60일 숙성 규칙이 허용된다. Brie, camembert styles, triple crèmes.

3) Semi-soft cheeses

60일 숙성 규칙이 허용된다. Blue cheese, Colby, fontina styles, havarti, Monterey Jack, washed rind cheeses.

4) Firm/hard cheese

60일 숙성 규칙이 허용된다. Gouda styles, most cheddars, dry jack, Swiss(Emmenthaler) styles, Gruyere styles, many “tome” styles, Parmesan styles.

5) Blue cheeses

60일 숙성 규칙이 허용된다. French(Roquefort), Italian(gorgonzola), Danish blue styles.

6) Pasta Filata cheeses

60일 숙성 규칙이 허용되지 않는다. Italian style Mozzarella, Provolone, Scamorza.

7) Natural or washed rind cheeses

60일 숙성 규칙이 허용된다. French Tomme de Savoie와 Mimolette, English Stilton, Lancashire cheeses, Epoisses, Livarot, Taleggio.

8) Processed cheeses

60일 숙성 규칙을 적용할 수 없다. American Cheese, pro-

cessed cheese spreads, “cheese flavored” spreads.

4. 비살균 치즈에 관한 캐나다, 유럽연합, 호주와 뉴질랜드의 규정

캐나다에서 시행되는 비살균 우유로 제조된 치즈에 대한 규정은 Quebec(우유 품질과 가축 수의과 조사에 대한 엄격한 규칙을 준수한다면 비살균 우유로 제조하는 치즈는 60일 숙성을 거치지 않고 생산할 수 있다)을 제외하고, 미국의 치즈 규정과 비슷하다(Schlesser *et al.*, 2006). 1996년에 고다 치즈 내에 존재하는 *E. coli* O157:H7에 의해 질병이 발생한 후, 캐나다 보건부는 모든 비살균 우유로 제조된 치즈의 판매를 금지시켰지만, 제조업과 소비자에 의해 이 계획은 실패했다.

유럽연합(EU)에는 치즈 숙성에 대한 규칙이 없지만, 착유, 저장, 치즈 제조에 사용될 우유에 적용되는 위생규정은 미국보다 엄격하다(Oliver *et al.*, 2009). 또한 동물의 건강과 제조자의 건강은 비살균 우유로 생산하는 치즈의 안정성을 보장한다. 유럽에서 비살균 우유로 제조된 치즈는 “비살균 우유로 제조됨”이라고 표시되어야 한다.

호주와 뉴질랜드에서 시행되는 비살균 우유로 제조한 치즈에 대한 규정은 최근에 치열한 논쟁이 되고 있다(FSANZ, 2006). 호주는 모든 국내 비살균 우유로 제조된 치즈의 판매를 금지한다. 그러나 유럽과 스위스에서 수입되는 특정 치즈(예: Roquefort, Gruyere, Sbrinz, Emmental)의 숙성기간이 90일 이상이고, 유럽 안전 기준을 만족하면 치즈의 판매를 허가한다. 국내에서 생산되는 치즈는 90일 숙성 후에 저온처리해야 된다.

5. 비살균 치즈와 관련된 질병과 역학

1950년에 미국에서 60일 숙성 규정이 실시된 이후로 치즈와 관련된 질병의 역학은 변화하고 있다(Honish *et al.*, 2005). 1940년대에 진행된 규칙의 기반이 된 연구들은 인간에 의해 전염되는 질병(예: 장티푸스)을 토대로 진행되었다. 오늘날, 치즈에 의한 대부분의 질병은 반추동물 내에서 생존하는 zoonotic enteric pathogen(예: *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*)에 의해 발생한다. *Listeria monocytogenes*는 유제품 내에서도 흔히 발견되는 병원균이다(Johnson, 2002).

선진국에서 유제품에 의한 질병의 발생은 비교적 드물지만 유제품에 의한 질병 중 11.8%가 비살균 우유로 제조한 치즈에 의해 발생한다(FSANZ, 2006). 비살균 우유로 제조된 치즈의 판매를 허가하는 모든 국가(비살균 치즈가 유명한 프랑스 포함)는 식품매개 질병에 대한 기록을 가지고 있다(Ostyn, 2010). 미국에서 가장 최근 발표한 보고는 1973

년부터 1992년 사이에 발생한 치즈에 의한 질병 기록으로 이 질병에 의한 58명의 사망자 중 프랑스와 멕시코 스타일 치즈를 섭취한 후에 사망한 사람이 56명이었으며, 나머지 2명은 모짜렐라 치즈의 불충분한 살균처리에 의해 사망하였다(Altekruse 1998; Gould *et al.*, 2014).

6. 60일 숙성된 치즈에서 생존할 수 있는 병원성 세균

1) *Brucellasp*

잠복기는 1~2달 이상으로 질병이 재발할 수 있다. 증상으로는 발열, 두통, 관절 통증, 우울증, 체중 감량 등이 있으며, 착유동물 내에서 낙태를 유발할 수 있다.

2) *Campylobacter*

잠복기는 2~5일이며, 질병은 2~7일 동안 일어난다. 몇몇 환자들은 장기간 합병증으로 마비증상을 일으킨다. 증상으로는 설사, 경련, 발열, 메스꺼움, 구토, 근육통이 있으며, 이 병원균은 건강한 착유동물에서 발견된다.

3) *E. coli* O157, and other pathogenic *E. coli*

잠복기는 2~8일로, 질병은 5~8일 동안 일어난다. 몇몇 환자들은 신장병 또는 다른 합병증을 일으킨다. 증상으로는 설사, 경련, 저급 열병이 있으며, 이 병원균은 건강한 착유동물에서 발견된다.

4) *Listeria monocytogenes*

잠복기는 3~70일(평균 3주)이며, 질병이 지속되는 기간은 민감성에 따라 다르다. 수막염 환자의 경우에는 사망률이 80%이며, 패혈증 환자의 경우에는 사망률이 50%다. 증상으로는 패혈증, 수막염, 자궁 내 감염(자연 유산 및 사산 경험이 있는 임산부의 경우) 등이 있다. 건강한 착유동물 및 유제품 가공 환경에서 발견된다.

5) *Mycobacterium bovis*

양성 투베르쿨린 검사의 경우에는 잠복기가 4~12주이며, 전신감염의 경우에는 잠복기가 1~2년이다. 질병은 평생 동안 계속될 수 있다. 증상으로는 폐질환이 있으며, 가축에게 전신감염을 일으키며, 우유와 aerosol(연무체)를 통해 전염된다.

6) *Salmonella enteric*

잠복기는 6~48시간으로, 질병은 2~8일 동안 지속된다. 몇몇 환자들은 관절염 등의 장기간 합병증에 걸린다. 증상으로는 설사, 메스꺼움, 구토, 경련, 발열 등이 있으며, 몇몇

균주는 착유동물 내에서 질병을 일으킨다.

7) *Salmonella typhi*

잠복기는 8~14일로, 질병의 지속기간은 사람마다 다르다. 항생제 치료를 받지 않은 사람의 경우에는 치사율이 10~20%다. 증상으로는 발열, 경련, 설사, 거식증 등이 있으며, 인간에 의해 전염된다.

8) *Staphylococcus enterotoxin*

잠복기는 2~4시간으로 1~3일 동안 지속된다. 증상으로는 구토, 매스꺼움, 경련이 있다. 동물과 인간이 이 질병의 매개체이며, 식품 내에서 성장하며 독소를 생산한다.

신선한 연질치즈 대한 문제는 계속해서 발생하고 있으며, 대부분의 질병은 살균이 불충분한 우유와 가공 환경 내에서 발생하는 교차 오염(cross-contamination)에 의해 발생한다(MacDonald *et al.*, 2005). 이전의 연구결과가 보여준 것처럼 대부분의 *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella*는 신선한 멕시코 스타일의 연질치즈에서 발견되었다(Marler, 2009). 지난 10년 동안 발생한 비살균 우유로 제조된 치즈에 의한 질병 중 2건에서 사망자가 발생하였으며, 이 2건은 모두 2003년에 오염된 신선한 *Queso fresco* 멕시코 스타일 치즈를 섭취함으로써 발생되었다. 이에 비해 60일 동안 숙성된 치즈 내에서 병원균이 발견되었음에도 불구하고, 이 치즈에 의한 질병의 발생은 비교적 드물었다(Jaros *et al.*, 2008). 미국 버몬트 대학교의 연구결과에 의하면, 1) 치즈 제조에 사용되는 우유의 낮은 오염 수치와, 2) 치즈 내에 존재하는 병원균의 독성 변화가 60일 동안 숙성된 치즈에 의한 질병의 발생이 드문 이유로 추측된다고 보고하였다(D'Amico *et al.*, 2010). 그러나 예외의 경우(보존 처리된 고다 치즈 내의 *E. coli* O157:H7에 의한 질병)가 2002년에 캐나다에서, 그리고 2010년에 미국에서 일어났다(Honish *et al.*, 2005; US CDC, 2010). 2010년에 미국에서 발생한 38건의 질병은 FDA의 60일 숙성 규정을 준수한 가운데 비살균 우유로 제조한 고다치즈에 의해 발생하였기에, US CDC는 그 원인과 결과를 찾기 위해서 지속적인 조사와 노력을 진행하였다.

7. 비살균 치즈 제조 시 미생물과의 관계와 제어 방법

Johnson(2002)은 치즈 제품 내에 존재하는 미생물에 대해 연구한 후, 다양한 치즈 제조 방법, 숙성과정, 구성물료 인해 치즈가 복잡하다고 보고했다. 60일 숙성 규칙은 숙성 과정을 통해 치즈 내의 병원균을 감염수치 이하로 감소시킬 수 있다라는 이론을 바탕으로 제정되었다. 그러나 이 규칙의 효율성은 사용된 우유 및 다른 재료의 초기 미생물 수

치와 치즈 가공 시의 위생습관에 따라 다르다(Donnelly, 1990). 숙성이나 보존처리 심지어 저온살균법은 우유의 열등 품질 또는 제조 및 저장의 부족한 위생을 대신할 수는 없다.

병원균의 성장과 생존에 영향을 주는 치즈 제조 과정의 본질적 특성은 pH, 수분, 염분, 산성도, 온도, 습도, 산화 환원 전위, 치즈 미생물상(종균배양 포함) 등으로 설명될 수 있다. 이와 같은 요소는 치즈 보존처리 시에 각각 또는 다른 요소와 함께 식품매개 병원균의 생존과 성장에 큰 영향을 준다. 각 요소의 효과는 치즈의 초기 감염 수치의 영향을 받는다. 높은 수치의 병원균(특히 낮은 수치에서 감염을 일으키는 병원균)의 집중은 이 요소들의 영향을 받지 않는다. 연질 및 반연질 surface-mold-ripened 치즈의 경우에는 높은 pH와 수분으로 인해 오염될 가능성이 크다(D'Amico *et al.*, 2008a).

치즈 제조에 사용하는 비살균 우유에 존재하는 병원균은 섭취하는 사람에게 위험하다. Oliver(2009)는 미국 벌크 탱크(bulk tank) 우유 내에 존재하는 병원균의 유행에 대한 논문을 검토하여, 병원균의 수치를 다음과 같이 보고하였다.

- *Campylobacter*: 2~9.2%
- *E. coli* O157:H7: 0~0.75%
- *Listeria monocytogenes*: 2.8~7.0%
- *Salmonella* spp.: 0~11%
- Shiga-toxin *E. coli*: 2.4~3.96%
- *Yersinia enterocolitica*: 1.2~6.1%

D'Amico(2008b; 2010)는 버몬트에서 소규모 농장 치즈 생산에 사용되는 우유를 조사하여 낮은 수치의 오염을 발견했지만, 농장마다 그 수치에 차이가 있다고 보고하였다. 왜냐하면 몇몇 기업들은 위생을 관리하는 반면, 다른 기업들은 식품 안전성을 개선할 필요가 있기 때문이다. 숙성된 치즈 내에 존재하는 병원균의 행동에 대한 실험적 연구는 상반된 결과를 가져왔다. 이는 실험 방법과 실험 내에서 제조되는 치즈의 방법의 차이로 인해, 연구 결과를 비교하는 것은 쉽지 않았기 때문이다(Govaris *et al.*, 2002; D'Amico *et al.*, 2010). 예를 들어 Reitsma(1996)는 생산된 지 158일 된 체더치즈에서 살아있는 *E. coli* O157:H7을 발견했지만, 비교에 살균된 우유를 사용했다. Schelesser(2006)는 체더치즈에 5-strain *E. coli* O157:H7 cocktail을 접종시킨 후 60일째 되는 날과 120일째 되는 날에는 박테리아의 수치가 감소하지 않는 것을 발견했지만, 그 반면 열처리가 미생물의 수를 감소시키는 것을 보였다. D'Amico(2010)는 비살균 우유로 제조된 숙성시킨 고다치즈와 stirred-cured 체더치즈 내의 *E. coli* O157:H7의 행동을 검사했으며, selective enrichment를 사용하여, 270일 이상 두 치즈 안에서 미생물의 생존을

확인할 수 있었다.

*Listeria monocytogenes*는 유제품 가공 환경에서 발생하면 큰 문제일 가능성이 높다. 병원균이 가공 후 과정에서 생성된다면, 살균된 surface-mold-ripened 치즈에서 *L. monocytogenes*가 존재할 가능성이 있다(D'Amico et al., 2008b). 이와 같은 결과는 살균상태에 상관없이 치즈 제조 시설의 위생을 강조한다. D'Amico 등(2008a)은 여러 병원균과 치즈 종류를 사용하여 시행한 실험적 연구에 대한 더 종합적으로 이해할 수 있는 많은 결과 등을 제시하였다.

오랜 시간 동안 규제기관과 논쟁 중인 비살균 음용유(fluid raw milk) 생산자와는 달리 비살균 우유를 사용하는 장인 및 전문 치즈 제조자들은 미국의 주와 FDA 규제기관과 상호 협력 관계를 유지해 오고 있다. 또한 American Cheese Society (ACS)은 생산자들이 회계 감사와 조사를 잘 준비할 수 있도록 도와주며, 또한 관련된 자료들을 주 규제기관 및 FDA와 상호 공유하고 있다. 최근 FDA가 연질치즈 및 치즈 제조 시설 내의 *Listeria*에 대해 더 많은 검사를 시행하였다. 2010년 4월부터 크고 작은 102곳의 치즈 제조 시설을 방문하여, 24곳의 치즈 제조 시설에서 *Listeria*를 발견하였다. 그 중 절반 이상의 시설은 작은 규모였다. 또한 미국치즈협회의 등은 치즈 제조자들에게 식품 안전성을 보장하기 위해서 다음과 같은 프로그램을 지속적으로 진행하고 있다.

- 지속적인 식품 안정 교육
- HACCP plan
- 규칙적으로 제품 및 환경 검사
- 정확하고 최신 기록 정리
- 공인 검사 증명서 획득
- 지역 규제기관과 협력 관계 유지

결론적으로 비살균 우유로 제조한 치즈는 전세계에 많이 분포되어 있으며, 이 치즈만의 독특한 미각적인 특성과 치즈 제조법의 전통 및 예술로 인해 많은 사람들의 사랑을 받아오고 있다. 치즈, 특히 신선한 연질 또는 반연질 치즈는 *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* 등의 미생물에 의해 오염되기가 매우 쉽다. 비살균 우유로 제조된 치즈가 유명한 나라에서는 치즈 규정에 따라 다른 조치를 취하고 있다. 최근 실험적 증거와 역학적 증거를 통해서 미국과 캐나다에서 시행되는 60일 숙성 규정이 치즈의 안전성을 보장할 수 없다는 것을 보여주고 있다. 이런 것들로 하여금 현행 FDA의 규정의 효력에 대하여 재검토의 요구가 있으며, 치즈 제조 시설에 대한 국가적 조사가 시행되어야 한다는 의견 등도 있었다.

미국 FDA의 최근 움직임에 의해 4가지의 예상되는 결과가 나올 것으로 예상되는데, 다음과 같다. 1) 비살균 우유로

제조된 모든 치즈의 판매 금지, 2) 과학적인 조사 결과에 따라 숙성기간을 60일에서 90일 이상으로 연장, 3) 숙성 기간에 대한 규정은 없지만, 동물의 건강과 가공 시의 위생에 대해 엄격한 규정을 가진 유럽 방식 채용, 그리고 4) 현재 사용하고 있는 미국 내의 60일 숙성 규정에 대한 변화 없이 사용한다. 따라서 미국 내에서 차후에 결정될 비살균 우유로 제조된 치즈에 관한 60일 숙성 규정에 대한 치즈 제조업자의 긍정적인 시각을 도모하고, 과학적인 기초로 한 다양한 처리법을 발전시켜 공중위생을 보호하고, 치즈 제조 전문가들이 제조한 치즈의 독특한 특성과 전통을 보존될 수 있도록 진행되어야 할 것으로 사료된다.

1998년부터 2011년까지 미국에서 비살균 치즈에 의한 다양한 질병의 발생 현황

식품매개질병은 사람들이 흔히 섭취하는 음식으로 인해 유사한 질병이 최소 2건 이상 발생하는 것을 말한다(Gould et al., 2014). 우유 살균은 20세기에 효율적인 공중위생 방법 중 하나로 여겨지고 있다. 미국 내에서 살균 및 다른 처리법이 시행되기 이전에는 유제품으로 인한 질병(예: 장티푸스, 성홍열, 결핵, 패혈성 인두염)이 만연하였다(Bryan, 1983). 미국 내에서 주간 비살균 음용유 거래는 불법으로 지정되어 있으며, 주 내에서 판매되는 비살균 음용유는 종류에 따라 각 주마다 다른 규정을 가지고 있다(US FDA, 2011). 그러나 특정조건을 만족한다면 미국연방규정집 (Code of Federal Regulations, CFR)은 비살균 우유로 제조된 치즈 거래를 허가하고 있다. 예를 들어 경질치즈(예: Cheddar), 반경질치즈(예: Gouda), 연질숙성치즈(예: Camembert) 등의 치즈는 35°F 이상 온도에서 60일 이상의 숙성 과정을 거쳤을 경우에만 판매할 수가 있다(US FDA, 2012). 신선한 경질치즈의 경우에는 살균된 우유로만 제조해야 하므로 주 사이 통상되는 이 치즈에 대한 정해진 숙성 기준은 없다. 그러나 주 내에서 비살균 유제품의 판매가 허가된 경우, 비살균 우유로 제조된 신선한 경질치즈를 거래할 수 있다(Gould et al., 2014).

치즈 내에 존재하는 병원균의 생존 및 성장에 영향을 주는 요소로는 산성도, 방부제, 온도, 다른 식물균, 수분 활동도, 염분농도 등 매우 다양하다(US FDA, 2013). 저온살균법은 우유 내의 병원성 미생물을 효율적으로 제거할 수 있다. 오염된 기계 또는 재료를 사용하거나, 감염된 제조자가 치즈를 제조할 경우, 치즈는 병원균에 의해 오염될 수 있다. Gould 등(2014)은 미국 질병관리센터(US Centers for Disease Control and Prevention, US CDC)가 보고한 1998년부터 2011년 사이에 치즈에 의해 발생한 식품매개질병을

검토하여 정리 보고하였는데, 특히 비살균 또는 살균된 우유로 제조된 치즈로 인한 질병의 특징 등을 매우 자세하게 잘 설명하였다.

US CDC는 1998년부터 2011년 사이에 치즈에 의한 질병의 발생이 90건이라고 보고하였으며, 약 1,882명이 질병에 걸렸으며, 230명이 입원하고, 6명이 사망하였다(Gould *et al.*, 2014). 발생한 질병 중 82건(91%)은 치즈 제조에 사용된 우유의 살균 여부와 관계성이 있으며, 이 중 38건(46%)은 비살균 우유로 제조한 치즈에 의해, 나머지 44건(54%)은 살균된 우유로 제조한 치즈에 의해 발생되었다. 비살균 우유로 제조된 치즈에 의한 질병은 살균된 우유로 제조된 치즈에 의한 질병보다 더 많이 발생했지만, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 보고되었다. 비살균 우유로 제조한 치즈를 섭취한 사람 중 21%가 입원하였으며, 살균된 우유로 제조한 치즈를 섭취한 사람 중 6%가 입원하였다(Gould *et al.*, 2014).

비살균 우유로 제조된 치즈를 섭취한 후에 질병을 얻은 사람 중 56%가 여성이었으며, 살균된 우유로 제조된 치즈의 경우에는 질병을 얻은 사람 중 47%가 여성이었다. 또한 살균된 우유로 제조된 치즈보다 비살균 우유로 제조된 치즈로 인해 질병에 노출된 어린이와 청소년의 수가 더 많았다. 나이가 20~49살 또는 >50살 이상인 사람의 경우에는 비살균 우유로 제조된 치즈보다 살균된 우유로 제조된 치즈로 인해 질병에 걸린 사람이 더 많았다. 비살균 우유로 제조된 치즈로 인한 질병은 *Salmonella*(34%), *Campylobacter*(26%), *Brucella*(13%), 이질균 독소 생산 *Escherichia coli*(11%)에 의해 발생하였으며, 살균된 우유로 제조한 치즈로 인한 질병은 *Norovirus*(39%), *Listeria*(24%)에 의해 발생하였다. 비살균 우유로 제조된 치즈로 인한 질병에서는 3명의 사망자(*Listeria* 2건, *Salmonella* serotype Typhimurium 1건)가 발생했으며, 살균된 우유로 제조한 치즈에 의한 질병에서는 3명의 사망자가 모두 *Listeria*에 의해 숨졌다(Gould *et al.*, 2014).

치즈에 의한 질병 중 36건은 비살균 우유로 제조된 치즈에 의해 발생했으며, 나머지 36건은 살균된 우유로 제조된 치즈에 의해 발생하였다. 질병을 일으킨 주요 치즈는 *Queso fresco*(모든 질병의 26%)였으며, 비살균 *Queso fresco*에 의해 19건의 질병이, 살균된 *Queso fresco*에 의해 1건의 질병이 발생하였다(Gould *et al.*, 2014). 추가적으로 보고된 7건(비살균 치즈에 의한 2건, 살균된 치즈에 의한 5건)은 불특정 종류의 멕시코 스타일 연질치즈에 의해 발생되었다. “가정에서 만든” 치즈는 비살균 우유로 제조된 치즈로 인한 질병의 발생 중에서 2번째로 높았다(7건, 19%). 이 중 3건(1건은 Gouda, 1건은 Blue, 1건은 여러 종류의 숙성된 연질

치즈)을 일으킨 치즈의 제조에 사용된 우유는 비살균 우유로 숙성기간이 60일 이상이였으며, 이 3건 가운데 2건은 *E. coli* O157:H7에 의해, 1건은 *Listeria*에 의해 발생하였다(Gould *et al.*, 2014). 치즈에 의해 발생한 질병 중 11건(7건은 살균된 치즈에 의해 발생하였으며, 4건은 비살균 치즈에 의해 발생)은 판매된 치즈가 다시 회수되었다(Gould *et al.*, 2014).

비살균 *Queso fresco*로 인한 질병(3건)과 살균된 *Queso fresco*에 의한 질병(6건)은 *Listeria*에 의해 발생하였다. 치즈에 의한 질병 중 최소 3건은 비살균 *Queso fresco* 내에 존재하는 *Salmonella*(10건), 비살균 “가정에서 만든” 치즈 내에 존재하는 *Campylobacter*(4건), 비살균 *Queso fresco* 내에 존재하는 *Brucella*(3건)에 의해 발생하였다. *Norovirus*에 의한 4건의 질병의 발생은 치즈 쟁반 또는 다양한 치즈에 의해 발생하였다. 비살균 우유로 제조된 치즈는 대부분 멕시코(13건, 38%)에서 수입된 숙성하지 않은 연질치즈였다. 비살균 우유로 제조된 치즈에 의한 질병은 가정집(7건, 21%), 유제품 회사 또는 농장(7건, 21%)에서 가장 많이 발생하였다. 살균된 우유로 인한 질병은 레스토랑, 텔리카트슨, 연회장(28건, 64%)에서 가장 많이 발생하였고, 비살균 우유로 인한 5건의 질병 발생은 불법적으로 생산되거나 판매된 치즈에 의해 발생하였다고 보고되었다. 이 중 2건은 노점 상인에게 구입한 치즈에 의해 발생하였고, 1건은 미국 내에서 불법적으로 수입한 치즈에 의해 발생하였으며, 1건은 불법적으로 구입한 비살균 우유로 가정에서 조리한 치즈에 의해 발생했으며, 1건은 무면허 낙농장에서 판매된 치즈로 밝혀졌다(Gould *et al.*, 2014).

비살균 우유로 제조된 치즈에 의한 33건의 질병 발생(대부분의 사건이 한 주에서만 보고됨) 중 대부분의 질병은 주 내에서 비살균 유제품 판매가 합법적인 지역에서 발생하였다(91%). 3건의 질병 발생은 주 내에서 비살균 유제품의 판매가 불법인 지역(Michigan, North Carolina, Virginia)에서 일어났다. 9건의 질병 발생(5건은 살균된 우유로 제조한 치즈에 의해, 4건은 비살균 우유로 제조한 치즈에 의해 발생)은 여러 주에서 보고되었다(Gould *et al.*, 2014). 여러 주에서 보고된 비살균 우유로 제조된 치즈에 의한 질병은 가정에서 만든 치즈, 이탈리아 스타일 연질 치즈(Mozzarella, Ricotta, “Basket” cheese), Gouda 치즈, Blue 치즈, 같은 시설에서 생산된 여러 종류의 젓소, 염소, 양의 우유로 제조된 연질 치즈에 의해 발생하였다. 비살균 우유로 제조된 치즈에 의한 질병 발생의 주요 기여요소는 재료의 오염 및 동물 또는 환경 내에 존재하는 병원균에 감염된 원료(62%)였다. 이 요소들은 살균된 우유로 제조된 치즈에 의한 질병의 발생 원인으로는 보고되지 않았다. 살균된 우유로 제조된 치즈

에 의한 질병의 발생 주요 기여요소는 제조자의 건강 및 위생상태와 관련이 있었다(맨손 접촉 35%, 감염된 제조자 31%). 이 요소는 비살균 우유로 제조된 치즈로 인한 질병의 발생의 원인으로는 보고되지 않았다(Gould *et al.*, 2014).

조금 더 자세하게 살펴보면, 비살균 우유로 제조한 치즈에 의한 질병의 발생으로 인한 입원자의 수는 살균된 우유로 제조한 치즈에 의한 질병으로 인한 입원자의 수보다 많았으며, 이 질병은 멕시코로부터 미국으로 수입된 치즈 또는 가정에서 제조한 치즈에 의해 일어났다(Gould *et al.*, 2014). 비살균 우유로 제조된 치즈로 인한 질병에 걸린 사람 중 절반이 어린이였다. 미국인들은 매년 100억 파운드의 치즈(1인당 33.2 파운드)를 섭취한다. 비살균 우유로 제조된 치즈의 비율은 알려진 바가 없지만, 대략 <1%로 추정하고 있다. 이는 비살균 유제품이 살균된 유제품보다 질병을 일으킬 위험이 높다는 것을 의미한다(Langer *et al.*, 2012). 질병을 유발한 치즈의 제조에 사용된 비살균 우유 중 약 40%가 멕시코로부터 수입된 연질치즈였다. 질병의 발생에 대한 기록으로부터 질병을 일으킨 치즈가 특정 지역에서는 판매 금지인 것을 추측할 수 있지만, 이 치즈들이 미국 내에서의 판매가 불법일 가능성이 있다(US FDA, 2012). 멕시코의 비살균 우유로 제조된 치즈는 정해진 숙성 기준을 충족하지 않는 이상 상업적으로 수입할 수 없다(USDA APHIS, 2012). 여행자들이 비살균 우유로 제조된 치즈를 개인의 목적으로 사용하기 위해 제한된 양만큼은 들고 올 수 있지만, 많은 사람들이 많은 양의 치즈를 들고 와서 미국 내에서 불법적으로 판매하기 때문이다(US Customs and Border Protection, 2012). 이와 같은 행위는 비살균 우유로 제조된 *Queso fresco*에 의한 질병의 발생을 지속적으로 일으키고 있다. 멕시코에서 수입된 치즈 샘플의 46%가 *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Listeria* 등의 미생물, 곤충, 쓰레기 등으로 인해 오염되어 있는 것으로 보고되기도 하였다(MacDonald *et al.*, 2005). 수입된 치즈에 관한 조사에서 멕시코, 중앙아메리카에서 수입된 치즈가 다른 지역에서 수입된 치즈보다 더 많은 병원균을 함유하고 있다는 것을 발견하게 되었다(US CDC, 2008). 비살균 우유로 집에서 제조된 치즈에 의한 질병의 발생 또한 빈번하게 나타난다(D'Amico and Donnelly, 2011). 가정에서는 식품 제조시 식품안전규제를 따르지 않기 때문에 치즈 제조에 대한 올바른 위생법을 반드시 인식하는 다양한 프로그램과 교육 및 홍보가 반드시 필요하다.

최근 미국, 캐나다, 유럽 내에서 *Listeria*에 의해 발생한 질병은 살균된 우유로 제조된 연질치즈, 특히 멕시코 스타일 치즈(예: *Queso fresco*)와 관련이 있다(Koch *et al.*, 2010; Jackson *et al.*, 2011; Gaulin *et al.*, 2012). *Listeria*는 가공 환경에서 흔히 발견되기 때문에 살균된 우유로 제조된 치즈

는 치즈 제조 과정 중 또는 숙성 과정 중에 오염될 수 있다(US CDC, 2013). 연질치즈는 가공되지 않은 우유로 제조되었거나, 또는 살균된 우유로 제조되었거나, 가공 후에 생성되는 *Listeria*의 성장을 도와줄 수 있다(D'Amico *et al.*, 2008). *Listeria*는 냉장온도에서 성장하고 생존할 수 있기 때문에 60일 이상 숙성된 치즈 또한 저온살균 후의 오염을 방지하기 위해서는 엄격히 관리해야만 한다(D'Amico *et al.*, 2008). 발생한 질병 중 3건(*E. coli* O157:H7에 의한 2건과 *Listeria*에 의한 1건)은 숙성기간이 60일 이상인 비살균 우유로 제조된 치즈에 의해 일어났다. 이는 숙성 조건이 치즈로 인한 질병 중 3건(*E. coli* O157:H7에 의한 2건과 *Listeria*에 의한 1건)은 숙성기간이 60일 이상인 비살균 우유로 제조된 치즈에 의해 발생하였다. 이는 숙성 조건이 치즈 내에 미생물이 존재하는 것을 막을 수 없다는 것을 의미한다. 1건의 발생에 관해서는 최소 몇몇 치즈는 60일 동안의 숙성 기간 전에 포장되어 출시되었다고 보고하였다(McCollum *et al.*, 2012). 몇몇 연구에서는 실험적으로 또는 질병 발생 장소에서 제조된 치즈 내에서 병원균이 60일 이상 생존할 수 있다고 밝힌 바가 있다(Schlesser *et al.*, 2006; D'Amico *et al.*, 2010). 생산 1년 후에 독자적으로 생존 가능한 *E. coli* O157, *Mycobacterium bovis*, *Salmonella* 등의 미생물이 실험실에서 접종한 치즈 내에서 발견되었다(D'Amico *et al.*, 2010).

치즈와 관련된 질병에 기여하는 요소는 치즈 제조 시에 사용된 우유의 가공 여부에 따라 다르다. 물론 치즈 제조에 사용하는 가공되지 않은 우유는 낙농장에서 생성되기 때문에 가공시의 오염, 특히 동물 또는 환경으로부터 생성된 병원균에 의한 오염은 가공되지 않은 우유로 제조된 치즈에 의해 발생하는 질병의 흔한 영향 요소들이다(Gould *et al.*, 2014). 살균된 우유로 제조된 치즈에 의한 질병의 경우에는 가공 중의 오염은 드물었다. *Campylobacter* 감염에 의한 질병의 경우는 반복적으로 불충분한 살균처리를 한 지역 낙농장에서 살균 처리된 생산이라고 표시된 치즈커드와 연관이 있기에 이 제품은 살균처리 되었다고 볼 수가 없다. 2건의 질병에서는 치즈가 *Listeria*에 의해 오염되어 있었다. 살균된 우유로 제조된 치즈에 의한 질병의 가장 흔한 영향 요소는 제조자의 건강 및 위생 결여이다. 또한 Norovirus에 의한 많은 수의 질병 또한 비슷한 이유에서 발생하였다(Langer *et al.*, 2012).

식품매개질병에 대한 감시자료에는 여러 한계가 존재하는 것이 사실이다(Gould *et al.*, 2013). 우선 식품매개질병 보고는 자발적이며, 모든 식품매개질병이 CDC에 보고되는 것은 아니기 때문이다. 질병이 보고되었다고 해도 만약 새로운 자료를 입수한 주들은 기존의 기록들을 수정하게 된

다. 가끔 보건국이 그 자료들을 얻을 수 없으며, 또한 이 정보는 명확하게 질병 기록 형태로 수집되지 않았기 때문에, 질병에 관련된 치즈가 >60일 숙성되었는지는 파악할 수가 없는 경우도 자주 있다. 더 많은 질병(특히, 가공되지 않은 우유로 만든 치즈에 의한)이 불법적으로 생산된 치즈에 의해 일어났을 가능성이 있다(Gould *et al.*, 2014). 또한 질병 기록 형태는 오염을 분류하기 위해서 모든 질병이 발생한 시점(예: 가공, 소매)에 관한 정보들은 수집되지 않았다. 각 질병에 대한 모든 변수가 보고되는 것은 아니기 때문이다. 따라서 질병 기록하는 주 보건국과 지속적인 상호 협력으로 부족한 자료를 채워나가야 하는 후속작업이 반드시 진행되어야 할 것이다. 다양한 영향 요소에 대한 자료는 식품 매개질병에 영향을 주는 정확한 정보를 제공할 수 있지만, 이러한 요소들을 이해하는 관점에 따라 매우 다른 결과를 나타내기도 한다는 것도 반드시 고려되어야 합니다(Gould *et al.*, 2014). 실제로, 몇몇 질병에서는 영향 요소가 질병을 일으키는 특정 요소를 나타내기 보다는 질병 조사에 대한 결점을 나타낼 수도 있기 때문이다.

비살균 치즈로 인해 질병 모두가 주 내에서 비살균 우유 판매가 합법적인 주에서 발생하였다. 가공되지 않은 유제품 판매의 제한에 대한 규정은 질병의 발생에 현저한 영향을 준다(Gould *et al.*, 2014). 이전 연구에서는 주 내에서 가공되지 않은 유제품 판매를 허용하는 주는 질병 발병률이 비살균 우유로 제조된 우유 판매를 허용하지 않은 주보다 거의 6배에 도달한다고 보고하였다(Langer *et al.*, 2012). 현재 30개의 주가 가공되지 않은 우유의 판매를 허가하고 있다(National Association of State Department of Agriculture, 2011). 비살균 유제품의 판매가 불법인 주에서도 cow-share program과 같은 문제가 소비자들에 비살균 우유를 얻을 수 있다는 것이다. 더 많은 주에서 비살균 우유의 판매를 허가하는 것은 더 많은 질병을 일으킬 것이다. 오염의 경로와 원천에 대해서 아는 것은 치즈의 안전함을 향상시킬 수 있을 것이다. 살균된 우유를 사용하는 것 이외에도 연질치즈 제조 기관은 엄격한 위생 시설과 미생물 검사를 해야만 한다. 치즈의 표시는 제조에 사용된 우유의 살균 여부, 숙성 기간 생산 기관의 허가 번호 등을 포함해야 한다. 불법적인 치즈 수입에 대한 문제를 처리하기 위해서 불법적으로 제조된 치즈의 판매와 생산을 줄이려는 노력과 지속적인 국가 간의 협력이 필요하다(Gould *et al.*, 2014). 레스토랑 주인과 공중위생 담당자는 제조자에게 질병을 앓는 중에 음식 제조를 하면 안 된다는 중요성을 지속적으로 교육을 해야만 한다. 또한 가공되지 않은 유제품을 섭취에 대한 위험성을 재차 강조해야만 한다. 추가적으로 listeriosis에 걸릴 확률이 높은 사람들(예: 노인, 임산부, 면역 시스템이 손상

된 사람)은 비살균 우유로 제조되거나 비위생 환경에서 제조된 특정 연질 치즈가 심각한 질병을 가져올 수 있다는 것에 주의해야만 한다(US CDC, 2013). 연질 치즈는 숙성시키지 않은 신선한 치즈(예: *Queso fresco*), 숙성된 연질치즈가 포함된다. European Centre for Disease Control and Prevention, Public Health Agency of Canada와 같은 몇몇 공중 보건 기관은 질병에 걸릴 가능성이 높은 사람이 listeriosis에 의한 감염을 방지하기 위해 모든 종류의 연질 치즈를 섭취하지 않을 것을 권장하고 있다(Gould *et al.*, 2014).

요약하면, 현재 미국에서는 주간(inter-state) 비살균 음용 유(unpasteurized fluid milk) 거래를 허용하지 않으며, 주내(intra-state)에서 판매되는 치즈는 종류에 따라 각 주마다 다른 규정을 가지고 있다. 그러나 미국식품의약국(Food and Drug Administration)은 특정한 숙성 조건을 만족시킨다면 주간 비살균 우유로 제조된 치즈 거래를 허용하고 있다. 따라서 비살균 우유로 제조된 치즈로 인해 발생한 질병은 매우 중요하다. 미국 Foodborne Disease Outbreak Surveillance System에 보고된 치즈에 의한 질병의 발생을 검토하면 1998년부터 2011년 사이에 발생한 치즈에 의한 질병의 발생은 90건 정도가 보고되었다. 이 중 38건(42%)은 비살균 우유로 제조된 치즈에 의해 발생하였으며, 44건(49%)은 살균된 우유로 제조된 치즈에 의해 발생하였으며, 나머지 8건(9%)과 관련된 치즈의 살균 여부에 관해서는 보고된 바가 없었다. 질병을 일으킨 주요한 치즈와 미생물은 비살균 *Queso fresco*와 이 치즈 내에 존재하는 *Salmonella*(10건), 살균된 *Queso Fresco*와 이 치즈 내에 존재하는 *Listeria*(6건)이었다. 비살균 치즈로 인한 질병 중 38%가 멕시코로부터 수입된 치즈에 의해 발생했으며, 비살균 우유로 제조된 치즈로 인한 질병 중 최소 5건이 불법적으로 생산되었거나, 판매된 치즈에 의해 발생했다. 살균된 우유로 제조된 치즈에 의한 질병 중 64%는 레스토랑, 델리카트슨, 연회장 등에서 발생했으며, 질병의 주요 원인은 교차오염(cross contamination)이었다. 따라서 치즈 제조 시에 살균된 우유를 사용하는 것 이외에도 불법 치즈 수입 및 식품 제조자의 오염을 제한하고, 치즈 제조시설의 위생관리 및 미생물 관리를 통해 치즈의 안정성을 개선할 수 있을 것으로 예상된다.

비살균 우유와 치즈의 위험성에 대한 미국 FDA의 대책

우유와 유제품은 풍부한 영양물을 함유하고 있지만, 비살균 우유 내에는 사람에게 심각한 건강상의 위험을 일으키는 미생물이 존재할 수 있다(Bryan, 1983; 1997). 미국 질병통제예방센터(US Center for Disease Control and Prevention;

US CDC)가 시행한 분석에 의하면 1993년과 2006년 사이에 미국 내에서는 1,500명 이상의 사람이 원유 또는 원유로 제조된 치즈를 섭취하여 질병이 발생했다. 또한 CDC는 가공되지 않은 우유는 살균 처리된 유제품보다 식품매개질병(foodborne illness)을 일으킬 가능성이 150배 높으며, 입원자의 수는 13배 더 많다고 보고했다. 비살균 우유는 젖소, 양, 염소 등의 동물로부터 얻은 우유로, 여러 식품매개질병을 일으키는 유해한 박테리아(예: *Salmonella*, *E. coli*, *Listeria*) 등을 함유하고 있다(Cody *et al.*, 1999; Fretz *et al.*, 2010). 이와 같이 유해한 박테리아는 비살균 우유 또는 이 우유로 제조한 음식을 섭취한 사람에게 건강상의 위협을 일으킬 수 있으며, 이 식품들은 특히 면역체계가 약한 사람, 노인, 임산부, 어린이가 섭취할 경우, 더 심각한 건강상의 위협을 일으킬 수 있다. 실제로 CDC는 분석을 통해 특히 어린이와 청소년이 비살균 우유로 인한 식품매개질병에 걸리는 것을 발견되었다(Torres-Vitela *et al.*, 2012).

저온살균법은 정해진 시간 동안 우유에 특정 온도의 열을 가함으로써 유해한 박테리아를 제거하는 과정이다. 1864년에 Louis Pasteur가 처음 발명한 이 살균법은 리스테리아증(listeriosis), 장티푸스(typhoid fever), 결핵(tuberculosis), 디프테리아(diphtheria), 브루셀라병(brucellosis) 등의 질병을 일으키는 미생물 등을 제거한다(Kinde *et al.*, 2007). 살균된 우유와 가공하지 않은 우유에 관한 다양한 연구에서 각 우유에 함유된 영양물은 큰 차이가 없다고 이미 밝혀졌다. 살균된 우유 내에는 부패를 일으키는 비병원성 박테리아가 낮은 수치로 존재하기 때문에, 살균된 우유를 냉장고에 보관하는 것 또한 매우 중요하다.

비살균 우유와 심각한 질병과 증상은 식품매개질병의 증상은 다음과 같다(Johnson, 2002).

- 구토, 설사, 복통
- 발열, 두통, 몸살 등의 독감 같은 증상

대부분의 건강한 사람들은 비살균 우유 또는 이러한 우유로 제조된 식품 내에 존재하는 유해한 박테리아에 의한 질병에 노출될 경우, 짧은 시간 안에 회복할 수 있지만, 몇몇 사람들은 심각한 만성 증상, 심지어는 생명을 위협하는 증상을 일으킬 수 있다. 따라서 비살균 우유나 이러한 우유로 제조된 식품을 섭취한 후에 질병을 앓게 된다면 즉시 의사 혹은 의료인에게 진찰을 받아야만 한다. 무엇보다 중요한 것은 임산부와 리스테리아의 관계가 매우 중요하다. 유산, 태아 사망, 신생아의 질병 혹은 사망 등을 일으키는 *Listeria*에 의해 임산부는 질병에 감염될 수 있다. 만약 임신 중이라면, 비살균 우유 또는 이러한 우유로 제조된 식품(예: Queso Blanco, *Queso fresco* 등의 멕시코 스타일 치즈) 섭취

는 통증을 느끼지 못할지라도 태아에게 심각한 영향을 줄 수 있다(Linnan *et al.*, 1988).

더 심각한 문제는 비살균 제품과 살균 제품에 대한 잘못된 정보들이다. 저온살균법은 120년 동안 안전하고 영양가가 풍부한 우유와 치즈를 제공해 왔지만, 아직까지도 많은 사람들은 저온살균법은 우유를 손상시키며, 비살균 우유가 더 안전하고 건강하다고 잘못된 정보를 가지고 있는 것이 사실이다(Mitscherlich *et al.*, 1984).

비살균 우유와 저온살균법에 대한 잘못된 정보에 대한 과학적인 근거로 설명한 것은 다음과 같다.

- 살균된 우유는 유당분해효소 결핍증(lactose intolerance)과 알레르기 반응을 일으키지 않는다. 비살균 우유와 살균된 우유는 우유 단백질에 민감한 사람에게만 알레르기 반응을 일으킬 수 있다.
- 비살균 우유 내에 존재하는 병원균은 자연적으로 제거되지 않는다.
- 저온살균법은 우유의 영양가를 감소시키지 않는다.
- 저온살균법을 했다고 우유를 장시간 냉장고 외의 장소에 방치하면 안 된다(특히, 우유가 개봉되어 있을 경우).
- 저온살균법은 유해한 박테리아를 제거한다.
- 저온살균법은 사람의 건강을 지켜준다.

따라서 과학적으로 증명된 정보를 가지고 현명하게 음식을 선택하는 것이 선행되어야 할 것이다.

미국에서 상업용으로 판매되는 대부분의 우유 및 유제품은 살균된 우유나 크림 또는 다른 방법으로 식품 내에 존재하는 위험한 박테리아를 제거한 제품들이다. 그러나 비살균 우유와 이러한 우유로 제조된 식품들이 여전히 판매되고 있으며, 이런 식품들은 소비자들의 건강을 해칠 수도 있다. 비살균 우유에서 발견되는 박테리아에 의한 질병에 걸리지 않기 위해서는 우유와 유제품을 신중하게 선택해야 한다(McCarthy *et al.*, 2002).

일반적으로 안전한 식품으로 알려진 것들은 다음과 같다.

- 살균된 우유 또는 크림
- 경질치즈(예: 체더치즈), extra hard grating cheeses (예: Parmesan)
- 살균된 우유로 제조된 연질치즈(예: Brie, Camembert, Blue-veined cheese)와 멕시코 스타일 연질치즈(Queso fresco, Panela, Asadero, Queso Blanco)
- 가공된 치즈
- 살균 처리된 우유로 제조한 크림, Cottage, Ricotta cheese
- 살균 처리된 우유로 제조한 요구르트
- 살균 처리된 우유로 제조한 푸딩
- 살균 처리된 우유로 제조한 아이스크림 또는 냉동 우유

또한 안전하지 않은 식품으로 여겨지는 것은 다음과 같다.

- 살균 처리되지 않은 우유 또는 크림
- 살균 처리되지 않은 연질치즈(예: Brie, Camembert)와 멕시코 스타일 연질치즈(예: Queso fresco, Panela, Asadero, Queso Blanco)
- 살균 처리되지 않은 우유로 제조한 요구르트
- 살균 처리되지 않은 우유로 제조한 푸딩
- 살균 처리되지 않은 우유로 제조한 아이스크림 또는 냉동 요구르트

그래서 다음과 같은 방법으로 우유의 살균처리 여부를 확인한다면 심각한 질병으로부터 스스로 보호할 수 있을 것이다.

- 안전한 우유는 “살균 처리된”이라는 단어가 라벨에 표시되어 있을 것이다. 만약 “살균 처리된”이 라벨에 표시되어 있지 않다면, 식품은 비살균 우유로 제조된 것이다.
- 우유나 크림이 살균처리 되었는지, 특히 식료품점 또는 건강식품점에서 냉장 보관한 우유나 유제품이 살균처리 되었는지 확인해야 한다.
- 농장 또는 농수산물 직판장에서 판매되는 우유나 유제품이 살균처리 되었다는 확신이 없는 이상 구입하지 않는 것이 좋다.

치즈와는 직접적인 연관은 없을지라도, 아이스크림과 같은 낙농식품에서도 많은 문제가 발생하고 있다. 예를 들면, 매년 미국의 많은 가정에서 직접 만든 아이스크림이 *Salmonella*에 심각하게 감염되는 경우가 자주 발생하고 있다. 이것은 아이스크림 제조에 사용한 재료인 날달걀 또는 달걀 익은 달걀이 문제일 것으로 추정되고 있다(Seo *et al.*, 2004; Thammasuvimol *et al.*, 2006). 따라서 가정에서 아이스크림을 만들려면 살균된 난제품, 계란대용품을 사용하거나 또는 계란을 사용하지 않고 아이스크림을 만드는 것이 하나의 방법이 될 수 있을 것이다(Thammasuvimol *et al.*, 2006).

결론적으로 원유를 이용하여 제조된 다양한 낙농식품의 안전을 위해서는 원유의 살균처리 또는 이와 동등한 처리가 진행되어야 하며, 관련법규에 대한 재검토가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

2014년 4월 미국낙농수출협회의 자료에 의하면 미국 치즈 가격이 사상 최고로 올랐다(Fig. 1). 이는 부분적으로 한국 등 신흥시장에서 피자과 정크푸드 소비가 늘어난 덕분으로 사료된다. 한국에서 치즈, 특히 피자에 쓰이는 치즈의 인기가 늘면서 한국이 멕시코 다음으로 미국에서 가장 많

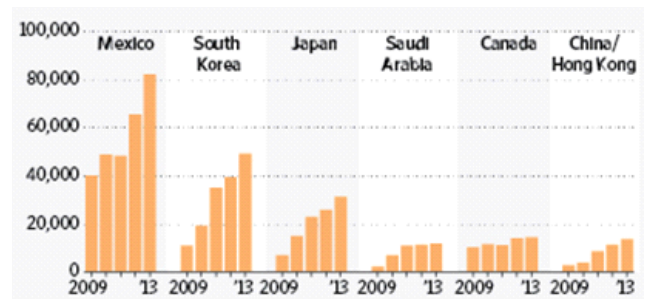


Fig. 1. The change of US cheese exports by destination from 2009 to 2013 (Unit: metric tons). (Source: U.S. Dairy Export Council, 2014)

은 치즈를 수입하는 국가가 되었다. 미국낙농수출협회에 따르면 한국의 2013년 치즈 수입량은 전년보다 25% 이상 증가한 49,000 M톤을 기록하였고, 미화 달러로 환산하면 한국으로 수출되는 미국 치즈는 지난해 3억 4,800만 달러로 2012년 수치인 2억 7,600만 달러를 훨씬 뛰어넘는 수준이었다. EU Monitor의 자료에 의하면 한국의 피자 배달 시장은 2013년 약 15억 달러를 기록하였는데, 이는 일본의 16억 달러 규모 시장에는 약간 못 미치지만, 일본의 인구는 한국의 2배 정도 된다(US Dairy Export Council, 2014). 또한 중국의 피자 시장은 약 24억 달러로 아직 빠르게 성장할 여지가 있다. 미국이 전 세계로 수출하는 치즈의 양은 지난해 하반기에 전년 동기 대비 41% 증가하였다. 하지만 아직까지 유럽연합(EU)이 세계 최대 치즈 수출국의 자리를 차지하고 있다. 한편, 한미 자유무역협정(FTA)으로 인해 관세가 철폐돼, 한국의 미국 치즈 수입이 더 수월해졌다. 물론 현재 한국에서는 살균 또는 이와 동등한 처리가 된 치즈가 수입되고 있는 상황이지만, 자유무역협정(FTA)에 의해서 앞으로 더 품질이 좋은 많은 외국산 치즈가 수입되고, 또한 다양한 비살균 치즈도 다양한 방법으로 수입이 될 것으로 예상되고 있다. 따라서 비살균 치즈의 안전성 확보를 담보할 수 있는 다양한 관련 법령 개정뿐만 아니라, 과학적인 방법에 근거한 기술 개발과 관련된 다양한 연구 등의 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원 생명산업기술개발사업(112137-3)에 의해 이루어졌습니다.

참고문헌

1. Altekruze, S. F., Timbo, B. B., Mowbray, J. C., Bean,

- N. H. and Potter, M. E. 1998. Cheese-associated outbreaks of human illness in the United States, 1973 to 1992: Sanitary manufacturing practices protect consumers. *J. Food Prot.* 61:1405-1407.
2. Bryan, F. L., Guzewich, J. J. and Todd, E. C. D. 1997. Surveillance of foodborne disease. III. Summary and presentation of data on vehicles and contributory factors: Their value and limitations. *J. Food Prot.* 60:701-714.
 3. Bryan, F. L. 1983. Epidemiology of milk-borne diseases. *J. Food Prot.* 46:637-649.
 4. Cody, S. H., Abbott, S. L. and Marfin, A. A. 1999. Two outbreaks of multi drug resistant *Salmonella* serotype Typhimurium DT104 infections linked to raw-milk cheese in Northern California. *JAMA* 281:1805-1810.
 5. D'Amico, D. J. and Donnelly, C. W. 2011. FDA's domestic and imported cheese compliance program results: January 1, 2004-December 31, 2006. *Food Protection Trends* 31:216-226.
 6. D'Amico, D. 2008a. Incidence, ecology, and fate of target foodborne pathogens in the cheesemaking continuum. University of Vermont. Available at: <http://library.uvm.edu/jspui/bitstream/123456789/165/1/damicofinal.pdf>
 7. D'Amico, D. J. and Donnelly, C. W. 2010a. Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *J. Dairy Sci.* 93:134-147.
 8. D'Amico, D. J., Groves, E. and Donnelly, C. W. 2008c. Low incidence of foodborne pathogens of concern in raw milk utilized for farmstead cheese production. *J. Food Prot.* 71:1580-1589.
 9. D'Amico, D. J., Druart, M. J. and Donnelly, C. W. 2008b. 60-day aging requirement does not ensure safety of surface-mold-ripened soft cheeses manufactured from raw or pasteurized milk when *Listeria monocytogenes* is introduced as a postprocessing contaminant. *J. Food Prot.* 71:1563-1571.
 10. D'Amico, D. J., Druart, M. J. and Donnelly, C. W. 2010b. Behavior of *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and aging of Gouda and Stirred-curd Cheddar cheeses manufactured from raw milk. *J. Food Prot.* 73: 2217-2224.
 11. Donnelly, C. W. 1990. Concerns of microbial pathogens in association with dairy foods. *J. Dairy Sci.* 73:1656-1661.
 12. Food Safety News. 2011. Publisher's platform: '60-Day rule'. The Facts. Available at: <http://www.foodsafetynews.com/2011/02/publishers-platform-60-day-rule-the-facts/>
 13. Fretz, R., Sagel, U. and Ruppitsch, W. 2010. Listeriosis outbreak caused by acid curd cheese Quargel, Austria and Germany 2009. *Euro Surveill* 15(5):pii:19477. Available at: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19477>
 14. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). 2006. A risk profile of dairy products in Australia. Available at: <http://www.foodstandards.gov.au/srcfiles/P296%20Dairy%20PPPS%20FAR%20Attach%202%20FINAL%20-%20mr.pdf>
 15. Gaulin, C., Ramsay, D. and Bekal, S. 2012. Widespread listeriosis outbreak attributable to pasteurized cheese, which led to extensive cross-contamination affecting cheese retailers, Quebec, Canada, 2008. *J. Food Prot.* 75:71-78.
 16. Gould, L. H., Mungai, E. and Behravesh, C. B. 2014. Outbreaks attributed to cheese: Differences between outbreaks caused by unpasteurized and pasteurized dairy products, United States, 1998-2011. *Foodborne Pathogens and Disease* 11:545-551.
 17. Gould, L. H., Walsh, K. A. and Vieira, A. R. 2013. Surveillance for foodborne disease outbreaks-United States, 1998-2008. *MMWR Surveill Summaries* 62(Suppl 2):1-34.
 18. Govaris, A., Papageorgiou, D. K. and Papatheodorou, K. 2002. Behavior of *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and ripening of Feta and Teleme cheeses. *J. Food Prot.* 65:609-615.
 19. Haeghebaert, S., Sulem, P., Deroudille, L., Vanneroy-Adenot, E., Bagnis, O., Bouvet, P., Grimont, F., Brisabois, A., Le Querrec, F., Hervy, C., Espie, E., de Valk, H. and Vaillant, V. 2003. Two outbreaks of *Salmonella enteritidis* phage type 8 linked to the consumption of Cantal cheese made with raw milk, France, 2001. *Euro. Surveill.* 8:151-156.
 20. Honish, L., Predy, G., Hislop, N., Chui, L., Kowalewska-Grochowska, K., Trottier, L., Kreplin, C. and Zazulak, I. 2005. An outbreak of *E. coli* O157:H7 hemorrhagic colitis associated with unpasteurized Gouda cheese. *Can. J. Public Health* 96:182-184.
 21. Jackson, K. A., Biggerstaff, M. and Tobin-D'Angelo, M. 2011. Multistate outbreak of *Listeria monocytogenes* associated with Mexican-style cheese made from pasteurized milk among pregnant, Hispanic women. *J. Food Prot.* 74:949-953.

22. Jaros, P., Cogger, N. and French, N. 2008. A systematic review of the human disease evidence associated with the consumption of raw milk and raw milk cheeses. A report prepared for the New Zealand Food Safety Authority (NZFSA). Available at: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/research-projects/final-report-rawmilk.pdf>
23. Johnson, M. E. 2002. Cheese products. In: Applied dairy microbiology, 2nd Ed., Marth, E. H. and Steele, J. L. (eds), Ch. 11, pp.345-384.
24. Kinde, H., Mikolon, A. and Rodriguez-Lainz, A. 2007. Recovery of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and *Mycobacterium bovis* from cheese entering the United States through a noncommercial land port of entry. *J. Food Prot.* 70:47-52.
25. Koch, J., Dworak, R. and Prager, R. 2010. Large listeriosis outbreak linked to cheese made from pasteurized milk, Germany, 2006-2007. *Foodborne Pathog. Dis.* 7:1581-1584.
26. Korea Food and Drug Administration (Korea FDA). 2013. The evaluation of dicyandiamide (DCD) in dairy product from New Zeland. Available at: http://www.foodnara.go.kr/foodnara/board-read.do?boardId=foodnews03&mid=S03_04&boardNo=1361516193146&command=READ&&page=2
27. Korea Rural Economic Institute. 2014. The second quarter trend of agricultural imported with FTA partners. Available at: http://www.krei.re.kr/web/www/240?p_p_id=EXT_BBS&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_EXT_BBS_struts_action=%2Fext%2Fbbs%2Fview_message&_EXT_BBS_sCategory=&_EXT_BBS_sKeyType=&_EXT_BBS_sKeyword=&_EXT_BBS_curPage=1&_EXT_BBS_messageId=403315
28. Langer, A. J., Ayers, T., Grass, J., Lynch, M., Angulo, F. J. and Mahon, B. E. 2012. Nonpasteurized dairy products, disease outbreaks, and state laws-United States, 1993-2006. *Emerg. Infect. Dis.* 18:385-391.
29. Linnan, M. J., Mascola, L. and Lou, X. D. 1998. Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese. *N. Engl. J. Med.* 319:823-828.
30. MacDonald, P. D., Whitwam, R. E., Boggs, J. D., MacCormack, J. N., Anderson, K. L., Reardon, J. W., Saah, J. R., Graves, L. M., Hunter, S. B. and Sobel, J. 2005. Outbreak of listeriosis among Mexican immigrants as a result of consumption of illicitly produced Mexican-style cheese. *Clin. Infect. Dis.* 40:677-682.
31. Marler, W. 2009. Comparing the food safety record of pasteurized and raw milk products- Part 3. Available at: <http://www.marlerblog.com/lawyer-oped/comparing-the-food-safety-record-of-pasteurized-and-raw-milk-products-part-3/>
32. McCarthy, T., Phan, Q., Mshar, P., Mshar, R., Howard, R. and Hadler, J. L. 2002. Outbreak of multidrug-resistant *Salmonella* Newport associated with consumption of Italian-style soft cheese, Connecticut. In: International Conference on Emerging Infectious Diseases. Atlanta, GA, USA.
33. McCollum, J., Williams, N. and Beam, S. 2012. Multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with in-store sampling of an aged raw-milk Gouda cheese, 2010. *J. Food Prot.* 75:1759-1765.
34. Mitscherlich, E. and Marth, E. H. 1984. Microbial survival in the environment: Bacteria and Rickettsiae important in human and animal health. Berlin, New York: Springer-Verlag.
35. National Association of State Departments of Agriculture. Raw Milk Survey. 2011. Available at: www.nasda.org/file.aspx?id=3916
36. Oliver, S. P., Boor, K. I., Murphy, S. C. and Murinda, S. E. 2009. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne Pathog. Dis.* 6:793-806.
37. Ostyn, A., De Buyser, M. L., Guillier, F., Groult, J., Felix, B., Salah, S., Delmas, G. and Hennekinne, J. A. 2010. First evidence of a food poisoning outbreak due to staphylococcal enterotoxin type E, France, 2009. *Euro Surveill* 15(13):pii=19528. Available at: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19528>
38. Reitsma, C. and Henning, D. H. 1996. Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and curing of Cheddar cheese. *J. Food Prot.* 59: 460-464.
39. Schlessler, J. E., Gerdes, R., Ravishankar, S., Madsen, K., Mowbray, J. and Teo, A. Y. 2006. Survival of a five- strain cocktail of *Escherichia coli* O157:H7 during the 60-day aging period of Cheddar cheese made from unpasteurized milk. *J. Food Prot.* 69:990-998.
40. Seo, K. H., Valentin-Bon, I. E., Brackett, R. E. and Holt, P. S. 2004. Rapid, specific detection of *Salmonella* Enteritidis in pooled eggs by real-time PCR. *J. Food*

- Prot. 67:864-869.
41. Sheehan, J., Childers, R. and Clanci, S. 2004. Ask the regulators: Enhancing the safety of dairy and other animal based foods. Available at: <http://www.foodsafetymagazine.com/article.asp?id=1354&sub=sub1>
 42. Thammasuvimol, G., Seo, K. H., Song, K. Y., Holt, P. S. and Brackett, R. E. 2006. Optimization of ferrioxamine E concentration as effective supplementation for selective isolation of *Salmonella enteritidis* in egg white. J. Food Prot. 69:634-638.
 43. Torres-Vitela, M. R., Mendoza-Bernardo, M. and Castro-Rosas, J. 2012. Incidence of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and staphylococcal enterotoxin in two types of Mexican fresh cheeses. J. Food Prot. 75:79-84.
 44. United States Centers for Disease Control and Prevention (US CDC). 2008. Outbreak of multidrug-resistant *Salmonella enterica* serotype Newport infections associated with consumption of unpasteurized Mexican-style aged cheese-Illinois, March 2006-April 2007. MMWR 57:432-435.
 45. United States Centers for Disease Control and Prevention (US CDC). 2010. Investigation update: Multistate outbreak of *E. coli* O157:H7 infections associated with cheese. Available at: <http://www.cdc.gov/ecoli/2010/cheese0157/index.html>
 46. United States Centers for Disease Control and Prevention (US CDC). 2013. Vital signs: Listeria illnesses, deaths, and outbreaks-United States, 2009-2011. MMWR 62:448-452.
 47. United States. Customs and Border Protection. Travelers bringing food into the U.S. for personal use. 2012. Volume 2012. Available at: https://help.cbp.gov/app/answers/detail/a_id/82/*/travelersbringing-food-into-the-u.s.-for-personal-use
 48. United States Dairy Export Council. 2014. Export trade data. Available at: <http://www.usdec.org/Why/content.cfm?Item Number=82452>
 49. United States Department of Agriculture (USDA). Food availability, dairy products. 2012.
 50. United States Department of Agriculture (USDA) Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). 2012. Importing into the United States. Milk and Milk Products. Volume 2012.
 51. United States Food and Drug Administration (US FDA). 2011. Grade "A" pasteurized milk ordinance.
 52. United States Food and Drug Administration (US FDA). 21 C.F.R. Part 1240.61-Mandatory pasteurization for all milk and milk products in final package form intended for direct human consumption. Available at: <http://law.justia.com/us/cfr/title21/21-8.0.1.5.48.4.1.2.html>
 53. United States Food and Drug Administration (US FDA). 21 C.F.R. Part 133-cheeses and related cheese products. Available at: http://law.justia.com/us/cfr/title21/21cfr133_main_02.html
 54. United States Food and Drug Administration (US FDA). Code of Federal Regulations, Title 21, Part 133, Cheeses and related cheese products. Volume 2012.
 55. United States Food and Drug Administration (US FDA). Evaluation and definition of potentially hazardous foods-Chapter 3. Factors that Influence Microbial Growth. 2013.
 56. Villar, R. G., Macek, M. D., Simons, S., Hayes, P. S., Goldoft, M. J., Lewis, J. H., Rowan, L. L., Hursh, D., Patnode, M. and Mead, P. S. 1999. Investigation of multidrug-resistant *Salmonella* serotype Typhimurium DT104 infections linked to raw-milk cheese in Washington State. JAMA 281:1811-1816.
 57. Werner, S. B., Humphrey, G. L. and Kamei, I. 1979. Association between raw milk and human *Salmonella dublin* infection. Br. Med. J. 2:238-241.
-
- (Received 11 September 2014 / Accepted 15 January 2015)