유가공품에서 장출혈성대장균의 국내 · 외 발생 동향 및 관리기준

Domestic and Foreign Outbreak Trends and Microbiological Standards of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* in Dairy Products

김현진[a], 조성범[b,*]
Hyeon-Jin Kim[a], Seongbeom Cho[b,*]

[a]Center for One Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, 120, Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, 05029, Republic of Korea
[b]College of Veterinary Medicine and Research Institute for Veterinary Science, Seoul National University, 1, Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 08826, Republic of Korea

조 성 범

Corresponding author
Seongbeom Cho
College of Veterinary Medicine and Research Institute for Veterinary Science, Seoul National University, Seoul, 08826, Republic of Korea.
Tel: +82-2-880-1270
E-mail: chose@snu.ac.kr

대장균은 사람과 온혈동물의 장관 내에 있는 정상 상재 세균이며 일부 대장균 중에는 설사증이나 급성 장염을 일으키는 것이 있다(Muniesa M et al., 2006). 이러한 대장균을 병원성대장균이라고 하며, 이 중 장관 출혈을 유발하는 장출혈성대장균은 특히 식중독 발병 시 유아와 노인에서 위험성이 높고 용혈성 요독 증후군을 유발할 수 있다(Koo MS & Kim HJ, 2011). 현재까지 장출혈성대장균 감염증은 유가공품 중에서도 비살균 및 저온 살균 원유로 만든 유가공품과 관련 있다고 보고되어 왔다(D'AMICO D J et al., 2010).

식품공전상 유가공품은 원유를 주원료로 하여 가공한 "우유류, 가공유류, 산양유, 발효유류, 버터유, 농축유류, 유크림류, 버터류, 치즈류, 분유류, 유청류, 유당, 유단백가수분해식품"의 13품목을 말한다(식품공전, 2021). 국내 유가공품은 대부분 살균 또는 멸균과정을 거쳐 생산되고 있으며, 예외로 2℃ 이상에서 60일 이상 숙성하는 치즈류의 경우 치즈용 원유에 살균 조건을 적용하지 않을 수 있다(식품공전, 2021). 2017년부터 2020년까지 치즈류의 생산 및 소비 통계에 따르면 소비량은 2017년 158,612톤에서 2020년 188,231톤으로 증가했으며, 생산량의 경우 2017년 35,214톤에서 2020년 44,671톤으로 증가하여 소비량에 비해 적었다.(농림축산식품부, 2017-2020). 이는 국내에서 직접 생산하는 치즈량보다 해외에서 수입되어 소비되는 치즈량이 많음을 시사하며, 실제로 2015년부터 2020년까지 치즈의 수입량은 111,522톤에서 137,609톤으로 증가했다.(관세청, 2015-2020).

비살균 원유로 만든 치즈는 살균 치즈보다 유당, 단백질, 칼슘, 인 등 영양성분이 풍부하다는 이점과 함께 풍미와 맛이 더 좋다는 평가로 인하여 치즈 종주국에서 전

체 치즈 생산량의 약 10%를 차지하고 있다(Lee, S et al., 2015). 미국 질병 통제 예방 센터(Centers for Disease Control and Prevention; CDC)에 따르면 2007년부터 2012년까지 미국에서 비살균 원유 또는 그로 만든 관련 유가공품(아이스크림, 치즈, 발효유 등)과 관련된 발병 사례 중 약 17%의 원인균이 Shiga-toxin producing *Escherichia coli* 임을 밝히며 특히 비살균 원유와 관련된 식중독 사고 발생위험이 저온 살균 우유보다 150배 이상임을 강조했다(CDC, 2017). 미국 식품의약국(Food and Drug Administration; FDA) 또한 비살균 원유의 위험성을 지속해서 알리고, 살균 원유를 이용하여 만든 유가공품을 소비하도록 권장하고 있다. 실제로 장출혈성대장균 감염증이 유가공품에서 발생한 첫 번째 사례는 1986년 미네소타에서 비살균 원유를 섭취한 사람에서 용혈성 요독 증후군이 발생한 것인데, 이 사건 이후로 전 세계에서 비살균 원유로 만든 유가공품에서의 장출혈성대장균 감염증이 지속해서 발생하고 있다(Martin M L et al., 1986; Reitsma C J & Henning D R, 1996).

비살균 원유로 만든 치즈는 국내 · 외에서 규정된 숙성기준을 통해 생산 및 판매될 수 있으나 비살균 원유 및 그로 만든 치즈로 인한 식중독 사고가 지속해서 발생하고 있다. 따라서 본 원고에서는 유가공품 중 위험성이 높은 비살균 원유와 그로 만든 치즈에서 국내 · 외 장출혈성대장균의 발생 동향 및 관리기준을 소개하고자 한다.

1. 비살균 원유 및 그로 만든 치즈의 국내 · 외 장출혈성대장균 식중독 발생 현황

1) 국내 현황

현재까지 국내에서 비살균 원유 및 그로 만든 치즈를 포함하여 유가공품의 장출혈성대장균 관련 식중독 사고는 발생하지 않았지만, 2019년 식품의약품안전처에서 목장형 유가공업체가 제조한 우유, 치즈, 발효유 등 총 146건의 제품을 수거 및 검사한 결과 9개의 제품에서 대장균군 및 대장균이 검출되어 제품을 판매 중단 및 회수 조치하였다(식품의약품안전처, 2019). 이어 2020년에 목장형 유가공업체에서 224건의 샘플을 수거하여 검사한 결과 7개의 제품에서 세균수 및 대장균군의 기준을 초과해 해당 제품을 판매 중단하고 회수 조치했다(식품의약품안전처, 2020).

2) 국외 현황

국외의 비살균 원유와 그와 관련된 치즈에서 장출혈성대장균 식중독 사고를 조사한 결과 장출혈성대장균 감염증은 가우다, 브리, 염소, 목장 치즈류 및 우유에서 발생하였다(표 1). 캐나다에서 가우다 치즈는 비교적 최근인 2018년도에 장출혈성대장균 감염증의 원인 식품으로 밝혀졌으며, 2013년에는 *E. coli* O157:H7으로 인해 28명의 환자와 1명의 사망자가 발생했다(Boyd E et al., 2021). 마찬가지로, 2010년 미국의 가우다 치즈에서 발생한 장출혈성대장균 감염증의 경우 38명의 환자 중 1명의 환자에서 용혈성 요독 증후군이 보고되었다(CDC, 2010). 프랑스의 경우 염소 치즈로 인하여 3명의 환자가 발생했으며, 그중 2명의 환자에서 용혈성 요독 증후군이 발생했다(Espie E et al., 2006). Pulsed field gel electrophoresis(PFGE) 확인 결과 환자에게 분리된 *E. coli* O157:H7와 염소에게서 분리된 *E. coli* O157:H7이 같다는 것이 밝혀져 비살균 염소 원유로 만든 치즈의 위험성이 알려졌다(Espie E et al., 2006). 장출혈성대장균 감염증을 일으킨 유가공품 중 가장 높은 발생빈도를 보인 가우다 치즈에서 숙성기간 동안 장출혈성대장균 생존 수를 분석한 논문에 따르면 9±1℃에서 60일의 숙성기간은 균을 완전히 제거하는데 불충분했으며, 그렇게 완제품에 남은 균은 식중독 사고를 유발할 수 있음을 시사했다(D'AMICO D J et al., 2010). 총 13건의 비살균 원유와 관련된 장출혈성대장균 감염증 중 11건(84.6%), 환자 수 중에서는 228명 중 215명(94.3%)이 *E. coli* O157 와 관련 있었다.

표 1. 국외에서 비살균 원유로 만든 유가공품에서 장출혈성대장균 식중독 사례

국가	원인 식품	병원균	환자 수 (사망자 수)	년도	출처
캐나다	가우다 치즈	*E. coli* O121	7	2018	Kousta, M et al., 2010; Boyd E et al., 2021
	가우다 치즈	*E. coli* O157:H7	28(1)	2013	
	가우다 치즈	*E. coli* O157:H7	13	2002–2003	
미국	가우다 치즈	*E. coli* O157:H7	38	2010	CDC, 2021
	우유	*E. coli* O157:H7	6	2006	
	우유	*E. coli* O157:H7	4	2005	
	신선한 치즈 커드	*E. coli* O157:H7	55	1998	
	농장 우유	*E. coli* O157:H7	14	1994	
프랑스	브리 치즈	*E. coli* O26, O8	6	2005	Kousta, M et al., 2010
	염소 치즈	*E. coli* O157:H7	3	2004	
스코틀랜드	염소 치즈	*E. coli* O157	27	1999	Kousta, M et al., 2010
	목장 치즈	*E. coli* O157	4	1998	
	목장 치즈	*E. coli* O157:H7	22	1994	

표 2. 국내 유가공품 중 우유류, 치즈류, 발효유류 미생물 관리기준(식품공전, 2021)

유가공품	병원성미생물	검출 규격 및 기준
우유류	세균수	n=5, c=2, m=10,000, M=50,000 (멸균제품의 경우 55℃에서 1주 또는 30℃에서 2주 보관 후 일반세균수 시험법에 의할 때 n=5, c=0, m=0이어야 한다. 다만, 유산균 첨가제품은 제외한다)
	대장균군	n=5, c=2, m=0, M=10 (멸균제품은 제외한다)
	살모넬라	n=5, c=0, m=0/25g
	리스테리아 모노사이토제네스	n=5, c=0, m=0/25g
	황색포도상구균	n=5, c=0, m=0/25g
치즈류	대장균	n=5, c=1, m=10, M=100 (자연 치즈일 경우)
	대장균군	n=5, c=2, m=10, M=100 (가공 치즈일 경우)
	살모넬라	n=5, c=0, m=0/25g
	리스테리아 모노사이토제네스	n=5, c=0, m=0/25g
	황색포도상구균	n=5, c=2, m=10, M=100
	클로스트리디움 퍼프린젠스	n=5, c=2, m=10, M=100 (비살균 원유로 만든 치즈에 한함)
	장출혈성대장균	n=5, c=0, m=0/25g (비살균 원유로 만든 치즈에 한함)

2. 유가공품 중 우유류 및 치즈류의 국내 · 외 관리기준

1) 국내 우유류 및 치즈류 관리기준

표 2에 따르면 국내 유가공품 중 우유류는 살모넬라, 리스테리아 모노사이토제네스, 황색포도상구균을 불검출로 관리하고 있다(식품공전, 2021). 치즈류의 경우 대장균군 및 대장균과 장출혈성대장균을 구별하여 관리하고 있으며, 장출혈성대장균은 비살균 원유로 만든 치즈에 한하여 불검출을 원칙으로 관리하고 있다(식품공전, 2021). 국내 자연 치즈 가공기준은 '치즈용 원유 및 유가공품은 63~65℃에서 30분간, 72~75℃에서 15초간 이상 또는 이와 동등 이상의 효력을 가지는 방법으로 살균하여야 한다'라고 명시하고 있지만, 비살균 원유로 만든 치즈류의 경우 '2℃ 이상에서 60일 이상 숙성하는 치즈용 원유 및 유가공품은 위의 온도 및 살균 조건을 적용하지 아니할 수 있음'으로 관리하고 있다(식품공전, 2021).

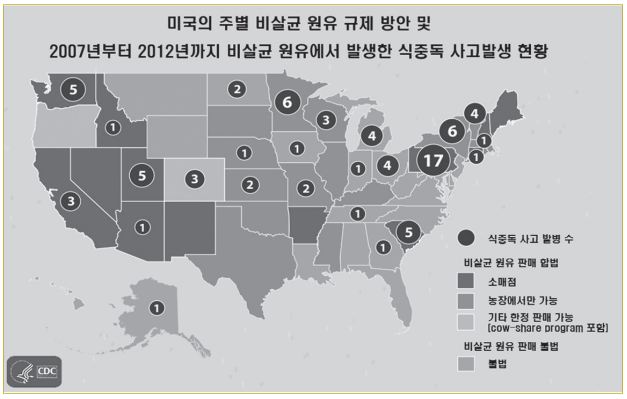

그림 1. 미국의 주별 비살균 원유 규제 및 식중독 발생 현황 (CDC, 2017)

2) 국외 우유류 및 치즈류 관리기준

미국의 경우 우유류는 연방 저온 살균 우유 조례(Pasteurized Milk Ordinance; PMO)에 근거하여 일련의 주(state) 규칙과 규정을 통해 관리하고 있다(NCSL, 2016). PMO에 따르면 A 등급 비살균 원유의 경우 세균 수 300,000 Colony Forming Unit(CFU)/mL, 체세포 수 750,000 cells/mL 미만으로, A 등급 살균 원유 및 유제품의 경우 세균 수 200,000 CFU/mL, 대장균군 10 CFU/mL 미만으로 관리하여 각각 A 등급의 원유만 판매 가능하다(PMO, 2017). 그림 1에 따르면 미국 30개 주에서는 소매점, 농장 및 cow-share 프로그램을 통해 소비자가 직접 비살균 원유를 구매할 수 있다(CDC, 2017). 나머지 20개 주에서는 비살균 원유를 소비자에게 판매하는 것을 금지하고 있다. FDA에서는 비살균 원유를 규제하지 않기 때문에 비살균 원유 구매가 허용된 주에서만 판매할 수 있으며, 그 외 주에서는 비살균 원유로 만든 발효유, 버터, 치즈(hard cheese 제외) 및 아이스크림의 판매를 허용하지 않는다. 이러한 규제에도 불구하고 비살균 원유의 판매가 불법인 주에서 비살균 원유로 인한 식중독 사고가 발생했으며, 이는 주마다 다른 규제의 제도적 한계를 드러낸다.

EU의 경우 원유의 살균 여부와 정도에 따라 병원성미생물 관리기준이 상이하다(표 3). 가공용 비살균 원유와 섭취용 비살균 원유 중 섭취용 비살균 원유에서 더 엄격하게 병원성미생물을 관리하며, 살모넬라의 경우 불검출이 원칙이다(National Research Council, 2003). 저온 살균 우유 또한 병원성미생물 불검출이 원칙이며, 멸균 우유는 30℃에서 배양 시 일반세균수 10 CFU/0.1 mL 미만의 수준으로 관리한다(National Research Council, 2003).

표 3. 유럽연합의 우유류 관리기준 (National Research Council, 2003)

식품	병원성미생물	검출 규격 및 기준
가공용 비살균 원유 (Raw milk intended to processing)	Plate count at 30℃	10^5 CFU/mL
	포도상구균	n=5, c=2, m=500 CFU/mL, M=2000 CFU/mL
섭취용 비살균 원유	Plate count at 30℃	5×10^4 CFU/mL
	포도상구균	n=5, c=2, m=100 CFU/mL, M=500 CFU/mL
	살모넬라	n=5, Not detected in 25g
저온 살균 우유	Plate count at 21℃ (6℃에서 5일간 배양 후)	n=5, c=1, m=$5X10^4$ CFU/mL, M=5×10^5 CFU/mL
	대장균군	n=5, c=1, m=0, M=5 CFU/mL
	병원성미생물	n=5, Not detected in 25g
멸균 우유 (30℃에서 15일간 배양 후)	Plate count at 30℃	〈 10 CFU/0.1 mL

국외 치즈류 미생물 관리기준을 조사한 내용은 표 4와 같으며, 조사국 중 미국만이 치즈에서 장출혈성대장균을 관리 및 규제하고 있다(CFSAN, 2010). 유럽연합의 경우 원유의 살균 여부와 정도에 따라 병원성미생물 관리기준이 다르며 비살균 원유 또는 저온 살균보다 낮은 열처리를 거친 원유로 만든 치즈의 경우 살모넬라 불검출을 원칙으로 관리한다(EU, 2014). 캐나다의 경우 살균 원유와 달리 비살균 원유에서 포도상구균을 관리하고 있으며, 대장균(군)을 중점으로 관리하고 있다(National Dairy Code, 2021). 호주 및 뉴질랜드에서는 비살균 원유로 만든 치

표 4. 국외 치즈류 미생물 관리기준

국가	식품	병원성미생물	검출 규격 및 기준	출처
미국	비살균 및 살균 치즈류 • 2℃ 이상에서 60일 이상 숙성하는 치즈류(비살균 원유로 만든 치즈)의 경우 치즈용 원유에 살균 조건을 적용하지 않을 수 있다	EHEC O157:H7 또는 그 외 EHEC	Negative	CFSAN, 2010
		클로스트리디움 보툴리눔의 Vegetative cells 또는 독소	Negative	
		대장균	〈 100 MPN/g	
		포도상구균	〈 10,000 CFU/g	
		바실러스 세레우스	〈 10,000 CFU/g	
유럽연합	비살균 원유로 만든 치즈	응고효소 양성 포도상구균	n=5, c=2, m=10^4 CFU/g, M=10^5 CFU/g	EU, 2014
		포도상구균 장독소	n=5, Not detected in 25g	
		살모넬라	n=5, Not detected in 25g	
	저온 살균보다 낮은 열처리를 거친 원유로 만든 치즈	응고효소 양성 포도상구균	n=5, c=2, m=100 CFU/g, M=1,000 CFU/g	
		포도상구균 장독소	n=5, Not detected in 25g	
		살모넬라	n=5, Not detected in 25g	
	저온 살균 또는 더 강력한 열처리를 거친 원유 또는 유청으로 만든 치즈	응고효소 양성 포도상구균	n=5, c=2, m=10 CFU/g, M=100 CFU/g	
		포도상구균 장독소	n=5, Not detected in 25g	
	저온 살균 또는 더 강력한 열처리를 거치지 않은 원유 또는 유청으로 만든 숙성 치즈	응고효소 양성 포도상구균	n=5, c=2, m=100 CFU/g, M=1,000 CFU/g	
		포도상구균 장 독소	n=5, Not detected in 25g	
	살균 원유 또는 유청으로 만든 치즈	대장균	n=5, c=2, m=100 CFU/g, M=1,000 CFU/g	
	영유아 및 특수 의료 목적인 바로 먹을 수 있는 식품(치즈)	리스테리아 모노사이토제네스	n=10, Not detected in 25g	
	리스테리아 모노사이토제네스가 성장할 수 있는 바로 먹을 수 있는 식품(치즈)		n=5, Not detected in 25g	
	리스테리아 모노사이토제네스가 성장할 수 없는 바로 먹을 수 있는 식품(치즈)		n=5, 100 CFU/g	
캐나다	비살균 또는 살균 원유로 만든 치즈	포도상구균	n=5, c=2, m=100 CFU/g, M=10000 CFU/g	National Dairy Code, 2021
		대장균	n=5, c=2, m=100 CFU/g, M=1000 CFU/g	
	숙성되지 않은 치즈 (저온 살균)	대장균군	n=5, c=2, m=10 CFU/g, M=100 CFU/g	
호주 및 뉴질랜드	모든 치즈	대장균	n=5, c=1, m=10 /g, M=100 /g	FSANZ, 2016
	비살균 원유로 만든 치즈	포도상구균 장 독소	n=5, Not detected in 25g	
		살모넬라		
	소프트, 세미 소프트 치즈	살모넬라	n=5, Not detected in 25g	

국가	식품	병원성미생물	검출 규격 및 기준	출처
중국	치즈	일반세균수	n=5, c=2, m=100 /g, M=1000 /g	MHPRC, 2017
		대장균군		
		포도상구균		
		살모넬라	n=5, Not detected in 25g	
		리스테리아 모노사이토제네스		
		효모, 곰팡이	〈 50 /g	
일본	치즈	대장균군	Negative	MHLW, 2017

즈 및 소프트 치즈에 대하여 살모넬라 불검출을 원칙으로 관리하며, 특히 비살균 원유 치즈에서는 유럽연합과 유사하게 포도상구균 장 독소를 규제하고 있다(FSANZ, 2017). 중국의 경우 국내와 유사하게 대장균군, 포도상구균, 살모넬라, 리스테리아 모노사이토제네스를 관리하고 있으며, 일본은 대장균군 불검출을 원칙으로 규제한다(MHPRC, 2017; MHLW, 2017).

결론

유가공품은 섭취하는 소비자층이 두텁고 가공식품에 활용범위가 넓어 유가공품에서 위해 미생물을 미리 통제하지 않는다면 식중독 사고 발생 시 큰 규모의 피해가 발생할 수 있다. 국외에서는 비살균 원유로 만든 치즈를 섭취한 후 장출혈성대장균에 감염된 환자가 지속해서 발생하고 있는데, 국내에서도 식품공전의 '2℃ 이상에서 60일 이상 숙성하는 치즈류의 경우 치즈용 원유에 살균 조건을 적용하지 않을 수 있다'는 기준에 따라 2016년부터 비살균 원유로 만든 치즈를 생산할 수 있다. 현재까지 국내 유가공품에서 장출혈성대장균 감염증의 발생사례는 없지만, 선제적인 식중독 예방 관리 방안 수립과 제조 시 숙성 단계에서의 온도 및 pH 관리를 통한 효과적인 미생물 저감화, 보관 및 포장 단계에서 교차오염 제어와 같은 기술의 개발이 필요하다. 이러한 제도적 장치 마련 및 기술 개발을 통하여 국내에서도 비살균 원유로 만든 치즈의 안전성을 높이고 소비자에게 더욱 안전하고 건강한 먹거리를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 식품의약품안전처의 연구개발비(20162MFDS027)로 수행되었으며 이에 감사드립니다. 또한 이 글은 질병관리청 감염병관리과에서 발주한 단년도 정책연구용역과제 「원헬스 관점에서의 장출혈성대장균감염증 위험평가 및 관계부처 합동 예방 · 대응 체계 구축 방안 제시(2021-07-001)」을 통해 수행한 연구결과의 주요 내용을 요약 · 정리하였습니다.

참고 문헌

1. Boyd, E., Trmcic, A., Taylor, M., Shyng, S., Hasselback, P., Man, S., ... & Galanis, E. (2021). Foodborne outbreak in British Columbia related to raw milk Gouda-like products, 2018. CCDR, 47(1).

2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC. (2000). Outbreak of *Escherichia coli* O157: H7 infection associated with eating fresh cheese curds--Wisconsin, June 1998. MMWR. Morbidity and mortality weekly report, 49(40), 911-913.

3. Centers for Disease Control and Prevention(CDC), Raw milk Dangers, 2021, https://www.cdc.gov/foodsafety/rawmilk/raw-milk-resources.html

4. Centers for Disease Control and Prevention(CDC), Raw milk Question and Answers, 2017, https://www.cdc.gov/foodsafety/rawmilk/raw-milk-questions-and-answers.html

5. Centers for Disease Control and Prevention(CDC), Multistate Outbreak of *E. coli* O157:H7 Infections Associated with Cheese (FINAL UPDATE), 2010, https://www.cdc.gov/ecoli/2010/bravo-farms-cheese-11-24-10.html

6. Centers for Disease Control and Prevention(CDC), Legal Status of the Sale of Raw Milk and Outbreaks* Linked to Raw Milk, by State, 2007 - 2012, 2017, https://www.cdc.gov/foodsafety/rawmilk/nonpasteurized-outbreaks-maps.html

7. CFSAN. (2010). Guidance for FDA staff: Compliance policy guide Sec. 527.300 dairy products-microbial contaminants and alikaline phgosphatase activity. Retrievedfrom:http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/default.htm(Accessed on May 27,2017). College Park, MD, USA: United States Department of Health and HumanServices, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and AppliedNutrition, Office of Regulatary Affairs

8. D'AMICO, D. J., Druart, M. J., & Donnelly, C. W. (2010). Behavior of *Escherichia coli* O157: H7 during the manufacture and aging of Gouda and stirred-curd Cheddar cheeses manufactured from raw milk. Journal of food protection, 73(12), 2217-2224.

9. Espie, E., Vaillant, V., Mariani-Kurkdjian, P., Grimont, F., Martin-Schaller, R., De Valk, H., & Vernozy-Rozand, C. (2006). *Escherichia coli* O157 outbreak associated with fresh unpasteurized goats' cheese. Epidemiology & Infection, 134(1), 143-146.

10. European Commission. (2005). Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Off. J. Eur. Union L, 338, 1-26.

11. FDA(Food and Drug Administration), The Dangers of Raw Milk: Unpasteurized Milk Can Pose a Serious Health Risk, 2018, https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/dangers-raw-milk-unpasteurized-milk-can-pose-serious-health-risk

12. FSANZ, F. S. A. N. Z. (2016). Australia New Zealand Food Standards Code - Schedule 19 - maximum levels of contaminants and natural toxicants. Food Standards Australia, New Zealand.

13. Government of Canada, Archived - *E. coli* O157:H7 Food Safety Investigation

14. Gort's Gouda Cheese Farm - September 2013, 2014, https://inspection.canada.ca/about-cfia/transparency/regulatory-transparency-and-openness/food-safety-investigations/gort-s-gouda-cheese-farm-september-2013/eng/1392146830061/1392146832577

15. Kim, N. H., Lee, N. Y., Kim, M. G., Kim, H. W., Cho, T. J., Joo, I. S., ... & Rhee, M. S. (2018). Microbiological criteria and ecology of commercially available processed cheeses according to the product specification and physicochemical characteristics. Food Research International, 106, 468-474.

16. Koo, M. S., & Kim, H. J. (2011). Shiga toxin producing *Escherichia coli* and foodborne disease. Safe Food, 6(4), 23-28.

17. Kousta, M., Mataragas, M., Skandamis, P., & Drosinos, E. H. (2010). Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. Food control, 21(6), 805-815.

18. Lee, S., Lee, H., & Yoon, Y. (2015). 비살균원유치즈의 산업 현황. 축산식품과학과 산업, 4(1), 42-46.

19. MHLW. (2017). Ministerial ordinance on milk and milk products concerning composi-tional standards, etc. (MHW Ordinance No. 52, December 27, 1951). Retrieved from:http://www.mhlw.go.jp/english/policy/health-medical/food/ (Accessed on May 27, 2017). Tokyo, Japan: Ministry of Health, Labour and Welfare

20. Martin, M. L., Shipman, L., Potter, M., Wachsmuth, I. K., Wells, J., Hedberg, K., ... & Tilleli, J. (1986). Isolation of *Escherichia coli* 0157: H7 from dairy cattle associated with two cases of haemolytic uraemic syndrome. The Lancet, 328(8514), 1043.

21. Muniesa, M., Jofre, J., García-Aljaro, C., & Blanch, A. R. (2006). Occurrence of *Escherichia coli* O157: H7 and other enterohemorrhagic *Escherichia coli* in the environment. Environmental science & technology, 40(23), 7141-7149.

22. National Dairy Code, National Dairy Code, 1997 - Part II and III (amended July 2005), https://www.

dairyinfo.gc.ca/eng/acts-regulations-codes-and-standards/national-dairy-code-part-ii-and-iii/?id=1503345506402

23. NCSL(National Conference of state legislatures), state milk laws, 2016, https://www.ncsl.org/research/agriculture-and-rural-development/raw-milk-2012.aspx

24. Pasteurized Milk Ordinance(PMO), 2017 Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance (PMO), 2017, https://www.idfa.org/news/new-pmo-now-available-online

25. Reitsma, C. J., & Henning, D. R. (1996). Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7 during the manufacture and curing of Cheddar cheese. Journal of Food Protection, 59(5), 460-464.

26. 관세청(낙농진흥회), 유제품 수출입통계, 2021, https://www.dairy.or.kr/kor/sub05/menu_01_6_1.php

27. 농림축산식품부(낙농진흥회), 유가공품별 소비 통계, 2021 https://www.dairy.or.kr/kor/sub05/menu_01_5_1.php

28. 식품의약품안전처, 여름철 치즈 · 우유 · 발효유 등 축산물 기획점검 결과, 2019, file:///C:/Users/westa/Downloads/8.9+(%EB%B3%B4%EB%8F%84%EC%B0%B8%EA%B3%A0)+%EB%86%8D%EC%B6%95%EC%88%98%EC%82%B0%EB%AC%BC%EC%95%88%EC%A0%84%EA%B3%BC.pdf

29. 식품의약품안전처, 식약처, 목장형 유가공업체 위생점검 결과 발표, 2020, https://www.mfds.go.kr/brd/99/view.do?seq=44316&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=28

30. 식품의약품안전처, 식품공전, 유가공품의 정의 및 미생물 검사 규격, 2021, https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=39