J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 4, pp. 341~345 (2010)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

국내산 조제유류에서의 위해 미생물 모니터링

김영조 · 문진산 · 박현정 · 허은정 · 김지호 · 이희수 · 위성환*
국립수의과학검역원

Potential Pathogen Monitoring of Powdered Infant Formula Milk and Related Products in Korea

Young-Jo Kim, Jin San Moon, Hyun-Jung Park, Eun-Jeong Heo, Jl-Ho Kim, Hee-Soo Lee, and Sung-Hwan Wee*
National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 6-dong, Manan-gu, Anyang City, Gyeonggi Province, 430-824, Korea
(Received September 20, 2010/Revised October 5, 2010/Accepted November 3, 2010)

ABSTRACT - Three-hundred samples of powdered infant formula milk and related products from four different manufacturers in 2010 were collected and surveyed their contaminations for aerobic bacteria, coliform, *Enterobacter (Cronobacter) sakazakii*, and food-borne pathogens. Fifteen samples of sterilized infant formula milk were all negative on these microorganisms. In all collected products of unsterilized infant formulas and follow-on infant formulas, aerobic bacteria were detected at 239 (83.9%) among 285 samples, and they all were found below 10^3 cfu/g. Coliform bacteria were also detected at four among 285 samples. *Salmonella* spp. and *Ent. sakazakii*, weren't detected at the all samples. *Bacillus cereus* was detected at 24 (8.4%) among 285 samples. The level of *B. cereus* was below 100 cfu/g but it was suitable for the range of specification of *B. cereus* in infant formulas. *Clostridium perfringens, Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* weren't also detected. In consequence, it was suitable for total viable count, coliform and potential pathogen to the specification of infant formulas and related products.

Key words : Powdered infant formula milk, Microbial contamination, Food-borne pathogens, Monitoring

조제분유는 유아의 성장과 발육을 위하여 모유를 대체할 수 있는 식품으로 널리 이용되고 있다. 조제분유 중 액상조제유의 경우 모든 원료가 액상상태에서 멸균상태로 취급되어지지만 조제분유는 건조를 포함하는 제조특성상 멸균제품이 될 수 없기 때문에 원재료의 오염 및 생산 공정 중 환경 유래 기회 감염균의 오염 가능성은 항상 존재할 수 있어 원료의 품질, 공장에서의 살균과 위생관리가 중요하다[1,2]. Schwab 등(1982)[3]은 조제분유의 총세균수와 Enterobacteriaceae의 오염 현황에 대하여 처음으로 보고하였으며, Muytjens 등(1988)[4]은 35개 국가의 141개 조제분유에서 Enterobacteriaceae의 오염은 52.5%이며, 오염정도는 1 cfu/g 정도 인 것으로 보고하였다.

그리하여 FAO/WHO에서는 조제분유에서 검출되는 미생물의 존재와 그로 인한 질병의 위해도에 따라 category A, B, C로 분류하였다[1]. 즉, category A는 오염된 조제분유가 역학적으로나 미생물학적으로 영유아의 질병유발 원인으로 증거가 있는 *Salmonella enterica, Enterobacter (Cronobacter) sakazakii* 균을, category B는 질병 유발 원인의 가능성은 있으나 유발한 증거가 없는 Enterobacteriaceae와 *Acinetobacter*들을, category C는 아직 조제분유에서 검출되지 않았거나 혹은 검출되었더라도 영유아 질병 유발한 증거가 없는 *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogens*, *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* 등 식중독 유발 미생물로 분류하고 있다.

국내에서는 Yoo 등(2005년)[5]에 의하여 시판중인 조제분유에서 처음으로 *Ent. sakazakii* 검출 및 특성 보고가 있었으며, Jung 등(2006년)[6]에 의하여 조제분유에서의 *Ent. sakazakii* 제어를 위한 온도관리에 대한 보고가 있었다. 그 후 황 등(2008)[7]에 의하여 국내에서 생산 유통되고 있는 영유아용 분말 조제분유의 미생물학적 품질을 평가하고, *Salmonella* spp, *Bacillus cereus,* Enterobacteriaceae 등의 위해 세균에 대한 오염 현황을 조사하였다. 그에 따른 후속조치로 2007년에는 *Ent. sakazakii* 검출 등에 따른 조제분유의

*Correspondence to: Sung-Hwan Wee, National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 6-dong, Manan-gu, Anyang City, Gyeonggi Province, 430-824, Korea. Tel: +82-31-467-1990, Fax: +82-31-467-4330, E-mail: wsh2010@korea.kr

위생관리 강화대책을 수립하고, 위해세균에 대한 품질 강화를 위하여 유럽연합에서와 같이 *Ent. sakazakii*는 무검출, 대장균군은 음성, *B. cereus*는 100 cfu/g이하, 총세균수는 20,000 cfu/g이하가 되어야 한다고 개정하였다[9]. 이와 함께 제조업체에서는 2007년부터 위해 세균에 대한 사전 안전관리 체계 구축을 위하여 조제유류에 대한 HACCP 제도를 도입하여 운용하는 있는 실정이다[8].

조재분유 등 조제유류는 면역기능이 취약한 영유아가 생후 6개월령 전까지는 이들 식품을 전적으로 의존하고 있기 때문에 철저한 위생관리가 중요하다. 이에 본 연구에서는 2010년 국내에서 제조되고 있는 조제분유, 성장기용 조제분유, 조제우유 등 조제유류 전 품목에 대하여 위해 미생물에 대한 모니터링을 실시하였으며, 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험 시료

본 실험에 사용한 조제유류는 2010년 1월부터 6월까지 국내 4개의 제조회사에서 생산한 조제분유 190개, 성장기용 조제분유 95개, 조제우유 15개 등 300개 제품으로서 제조공장에서 직접 수거하여 검사에 사용하였다. 모든 시료는 축산물의 가공기준 및 성분규격의 미생물시험을 위한 시료채취방법에 준하여 실시하였다.

일반세균수, 대장균군, *Bacillus cereus* 균수 측정

조제유류에서의 일반세균수, 대장균군, *B. cereus* 균수 측정에 대한 검사는 축산물의 가공기준 및 성분규격의 미생물시험법에 준하여 실시하였다[9]. 즉, 조제유류에서의 일반세균수 검사는 시험용액을 10배 단계로 희석액을 만든 후 시험용액 1 ml과 각 단계별 희석액 1 ml를 세균수 건조필름(3M Aerobic Count Plate, USA)에 접종한 후 잘 흡수시키고 35 ± 1ºC에서 48시간 배양 후 생성된 붉은 집락수를 계산하였다.

대장균군 측정은 0.1, 0.01 및 0.001 ml의 시험용액을 각각 3개의 Brilliant green bile broth 2% (BD, USA)에 접종하여 35 ± 1ºC에서 48시간을 배양하여 발효관에 가스가 발생하는 것을 Eosin methylene blue agar (Oxoid, UK)에 계대배양하였다. 의심집락에 대하여 그람염색을 실시하여 그람음성, 무아포성 간균임을 확인한 후 대장균군수를 산정하였다.

B. cereus 균수 측정은 10배 시험용액을 10^{-2}, 10^{-3}까지 단계별로 희석액을 만든 후 Mannitol egg yolk polymyxin agar (BD, USA)에 단계별 희석용액 0.2 ml을 5장씩 도말하여 30ºC에서 24시간 배양 후 집락주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다. 최종균 확인은 API kit (BioMerieux, France)와 Vitek II compact system (BioMerieux, France)을 이용한 생화학검사를 실시하였다.

Enterobacter sakazakii 등 6종 병원성 미생물에 대한 검사

Ent. sakazakii 등 6종 병원성 미생물에 대한 검사는 축산물의 가공기준 및 성분규격의 미생물시험법에 준하여 실시하였다[9]. 즉, *Ent. sakazakii* 균의 검출을 위하여 시료 100 g을 900 ml의 멸균증류수에 접종하여 36ºC에서 18시간 동안 증균 배양 한 후 배양액 10 ml를 90 ml의 Enterobacteriaceae enrichment broth (Oxoid, UK)에 첨가하여 36ºC에서 18시간 증균 배양하였다. 증균 배양액을 Chromogenic *Ent. sakazakii* agar (Oxoid, UK)에 접종을 해서 36ºC, 24시간 배양을 하였다. 의심집락에 대하여 Vitek II compact system으로 확인하였다.

Salmonella spp.의 검출은 시험용액 25 ml에 225 ml buffered pepton water (Merk, Germany)를 가하여 18~24시간 배양을 한 후 이 배양액을 2종류의 증균배지, 즉 10 ml의 Tetrathionate broth (BD, USA) 1 ml를 첨가함과 동시에 10 ml의 Rappaport and Vassiliadis broth (Merk, Germany)에 0.1 ml를 첨가하여 각각 36 ± 1ºC 및 42 ± 0.5ºC에서 20~24시간동안 증균 배양하였다. 각각의 증균 배양액을 Salmonella chromogenic agar (Oxoid, UK), Rambach agar (Merk, Germany) 및 XLD agar (BD, USA)에 도말한 후 36 ± 1ºC에서 20~24시간 배양하였다. 평판별로 의심되는 집락에 대하여 Triple sugar iron agar (BD, USA) 및 lysine iron agar (BD, USA) 사면배지에 천자하여 37ºC, 20~24시간 배양한 후 살모넬라균으로 추정되는 균에 대하여 그람음성의 간균임을 확인하고 Vitek II compact system으로 최종 확인하였다.

*S. aureus*의 검출은 시료액 10 ml를 10% NaCl을 첨가한 Tryptic soy broth (BD, USA) 90 ml에 접종하여 35~37ºC에서 18시간 증균 배양하였다. 증균 배양액을 Baird-Parker배지 (Biomerieux, France)에 도말하여 37ºC에서 24시간 배양하였다. Baird-Parker배지에 자란 의심집락을 선택하여 그람염색을 실시하고 혈액배지에서 β-용혈성을 확인한 후 coagulase plasma rabbit with EDTA (BD, USA)로 coagulase test를 실시하여 응집이 일어나는 집락에 대하여 Vitek II compact system으로 확인하였다.

*C. perfringens*의 검출은 시료액 25 ml을 225 ml의 Cooked meat medium (Oxoid, UK) 아래 부분에 접종하여 35ºC에서 18~24시간 혐기 배양하였다. 증균된 균액을 TSC agar (Merk, Germany)에 도말하여 37ºC에서 18~24시간 혐기 배양하였다. 의심집락에 대하여 그람염색을 실시하고 Vitek II compact system으로 확인한 후 Table 1에서와 같은 PCR법을 실시하여[10] 최종 확인하였다.

E. coli O157:H7의 검출은 시료액 25 ml에 mEC broth with novobiocin 20 μg/ml (Merk, Germany) 225 ml를 첨가하여 42ºC에서 18~24시간 증균 배양한 후 배양액을 Cefixime (0.05 μg/ml) 및 potassium tellurite (2.5 μg/ml)가 첨가된 Sorbitol MacConkey agar에 도말하여 37ºC에서 24시간 배양하였다. 의심집락을 MacConkey Agar 및 EMB agar에 획선하여 24

Table 1. PCR primers used in this study

Strain	Primer	Target gene or region	Sequence(5'-3')	Product (bp)	Reference
E. coli O157:H7	LP30 LP31	*slt* I	CAGTTAATGTGGTGGCGAAGG CACCAGACAATGTAACCGCTG	348	Jung, S. C.. et al . 1998
	LP43 LP44	*slt* II	ATCCTATTCCCGGGAGTTTACG GCGTCATCGTATACACAGGAGC	584	
	PT2 PT3	*uid* A	GCGAAAACTGTGGAATTGGG TGATGCTCCATCACTTCCTG	252	
	AE19 AE20	*eae* A	CAGGTCGTCGTGTCTGCTAAA TCAGCGTGGTTGGATCAACCT	1,087	
C. perfringens	CP1 CP2	16S rRNA	AAAGATGGCATCATCATTCAAC AAACCCCTTCTATTACTGCCAT	279	Rong-Fu, W., et al. 1994

Table 2. Prevalence of aerobic bacteria in the powdered infant formulas and follow-on infant formulas

Aerobic bacteria (cfu/g)	No of positive sample (%)	
	Powdered infant formula (n = 190)	Follow-on infant formula(n = 95)
Negative	37 (19.5)	9 (9.5)
10-100	138 (72.6)	75 (79.0)
100-1,000	15 (7.9)	11 (11.6)
1,000-10,000	0 (0)	0 (0)
> 10,000	0 (0)	0 (0)

시간 배양한 후 MacConkey agar에서 lactose 분해균 및 EMB agar에서 녹색성의 금속 광택 집락에 대해 Vitek II compact system으로 대장균을 확인하고 O157 항혈청을 이용한 응집반응을 실시한 후 응집이 일어나는 균에 대해서 Jung (1998) 등[11]의 방법에 의한 PCR법을 실시하여 최종 확인하였다.

*L. monocytogenes*의 검출은 시료액 25 ml를 Listeria enrichment broth (BD, USA) 225 ml에 접종시켜 35 ± 1°C에서 24시간 동안 증균 배양하였다. 배양액을 Listeria selective agar base (Oxoid, UK)에 획선 접종시켜 35 ± 1°C에서 24시간 배양하였다. 의심집락에 대해서 그람염색으로 그람양성 간균을 확인하고 혈액배지에서 β-용혈성을 확인한 후 Vitek II compact system으로 최종 확인하였다.

결 과

2010년 국내에서 제조한 조제분유 190개, 성장기용조제분유 95개, 조제우유 15개 등 300개를 수집하여 일반세균, 대장균군 오염실태를 조사하였다. 그 결과 멸균제품인 조제우유는 일반세균수, 대장균군 모두에서 음성을 나타내었다. 이에 반하여 비멸균제품인 조제분유와 성장기용조제분유에서의 일반세균수는 Table 2에서와 같다. 즉 조제분유는 전체 시료 중 72.6%가 g당 10~100 cfu를, 불검출이 19.5%, 100~1,000 cfu가 7.9%로 조사되는 등 모든 제품이 g당 1,000 cfu 미만을 나타내었다. 성장기용조제분유에 있어서도 조제분유와 유사하게 전체 시료 중 79.0%가 g당 10~100 cfu, 100~1,000 cfu가 11.6%, 불검출이 9.5%로 조사되었다. 대장균군에 대한 검사에서는 전체 제품 중 조제분유와 성장기용조제분유가 각각 3건(1.6%)와 1건(1.1%)이 검출되었으며, 그 수준은 Table 3에서와 같이 3.6, 3.0, 9.1, 9.1 MPN/g 으로 조사되었다.

Table 3. Prevalence and MPN count of coliform bacteria in the powdered infant formulas and follow-on infant formulas

Sample	Prevalence (%)	MPN count
Powdered infant formula	3/190 (1.6)	3.6, 3.0, 9.1
Follow-on infant formula	1/95 (1.1)	9.1

Table 4. *Bacillus cereus* in the powdered infant formulas and follow-on infant formulas

Bacillus cereus (cfu/g)	No of positive sample (%)	
	Powdered infant formula (n=190)	Follow-on infant formula (n=95)
Negative	178 (93.7)	83 (87.4)
10-100	12 (6.3)	12 (12.6)
> 100	0 (0)	0 (0)

또한, FAO/WHO에서 category A 세균으로 분류하고 있는 *Salmonella* spp.와 *Ent. sakazakii*에 대한 검사에서 모두 불검출로 조사되었다. category C group인 *C. perfringens, E. coli* O157, *S. aureus*, *L. monocytogenes* 4종의 식중독 유발세균에 대한 검사에서도 모두 음성으로 나타났다. category C 세균 중 *B. cereus*는 조제분유와 성장기조제분유에서 전체 시료 중 12개 제품에서 g당 10~100의 수준의 균수가 검출되었다(Table 4). 하지만 *B. cereus*가 검출된 제품에서는 모두 g당 100 cfu 이하를 유지하는 것으로 나타났다.

고 찰

건조분말 조제분유는 모유 수유가 어렵고, 면역이 완성되지 않은 영유아에게 급여되고, 제조공정상 살균과정이 없기 때문에 공정 중 살아남아 있는 열 저항성과 건조 저항성이 큰 세균들과 혼합이나 포장 등의 마지막 공정에서 post-heat contamination으로 인하여 미생물이 오염될 수 있어 오염 가능한 위해세균 및 잠재적인 위해세균에 대한 철저한 품질관리와 안전관리방안이 요구되고 있다[1,12,13,14,15,16]. 특히, 우리나라를 포함하여 최근에 전세계적으로 영유아의 주요 식품인 조제분유에서 *Ent. sakazakii* 오염 논란으로 소비자의 불안감이 지속되고 있는 가운데 위해세균의 모니터링 등에 대한 연구의 필요성이 더욱 절실한 상황이다.

그리하여 본 연구에서는 2010년 국내에서 생산, 유통되고 있는 영유아용 조제유류 300개 제품을 수집하여 일반세균수, 대장균군과 *Ent. sakazakii* 등 위해 미생물 9종에 대한 오염실태를 조사하였다. 그 결과 멸균제품인 조제우유는 일반세균수, 대장균군을 비롯하여 *Ent. sakazakii, Salmonella* spp. *C. perfringens, E. coli* O157, *S. aureus*, *L. monocytogenes, B. cereus* 미생물 검사에서 모두 음성을 나타내었다. 비멸균제품인 조제분유와 성장기용 조제분유에 있어서는 일반세균수, 대장균군, *B. cereus*를 제외하고는 모든 미생물검사에서 음성을 나타내었다. 이러한 결과는 Muytjen 등 (1988)[4]이 조제분유 중 *Ent. sakazakii* 오염율을 14%, Leusher 등 (2004)[17]이 13.8%, Iversen와 Forsythe (2004)[18]이 2.4%로 보고한 성적과 국내에서의 Yoo 등 (2005년)[5] 및 Jung 등 (2006)[6]이 시판중인 조제분유의 오염율이 3% 미만으로 보고한 성적과 국내에서 황 등(2008)[7]이 99개 조제분유 중 5개(5.1%)의 제품에서 *C. perfringens*가 검출된 결과와는 차이가 있었다. 하지만 Jasper 등 (1990)[19]이 *Salmonella* spp는 조제분유에서 거의 검출되지 않았다는 보고와 최근에 국내에서 황 등 (2008)[7]이 *Ent. sakazakii*에서 오염율 조사에서 불검출로 조사된 성적과는 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 차이는 조사시기별 조제분유 관련 국가별 미생물 기준 규격과 제조업체의 위생 관리 수준의 의한 것으로 사료된다.

조제분유의 미생물 품질관리를 위하여 우리나라에서는 2007년에 EU와 같이 *Ent. sakazakii*는 불검출, 대장균군은 n = 5, c = 1, m = 0, M = 10, *B. cereus*는 100 cfu/g 이하, 일반세균수는 20,000 cfu/g 이하로 미생물 기준을 설정하였다[9]. CODEX에서는 2008년에 영유아 및 어린이용 분말조제유의 미생물 권장 기준으로 병원성 미생물인 살모넬라균은 n = 60, c = 0, m = 0/25 g 으로, *Ent sakazakii*는 n = 30, c = 0, m = 0/10 g 으로, 오염지표 세균인 세균수는 n = 5, c = 2, m = 500/g, M = 5,000/g 으로, 장내세균수는 n = 10, c = 2, m = 0/10g, M = Not applicable로 각각 권장 기준을 설정하였다[20]. 이에 우리나라에서도 대장균군은 음성 기준을 정량검사 기준(n = 5, c = 1, m = 0, M = 10)으로 2008년에 개정하였다. 조제분유의 국제적인 유통을 위해서는 CODEX의 기준 적용이 중요하다. 이에 국내에서 제조 및 유통되고 있는 조제분유의 위생실태를 지속적으로 모니터링을 하고 이에 대한 위생관리 대책이 필요하다.

그리하여 본 연구에서 비멸균제품인 조제분유와 성장기용 조제분유에서 일반세균수를 조사한 바, 전체 시료 중 72.6%와 79.0%가 g당 10~100 cfu를 나타내었으며, 72.6%와 79%가 g당 10~100 cfu를 나타내었으며 모든 제품이 g당 1,000 cfu 이하를 나타내었다. 대장균군에 대한 검사에서는 전체 제품 중 조제분유와 성장기용 조제분유가 각각 3건(1.6%)와 1건(1.1%)이 검출되었으며, 그 수준은 국내 권장 기준에 모두 도달되었다. 또한, 조제분유와 성장기용 조제분유에 대한 *B. cereus* 검사에서는 전체 시료 중 6.3%와 12.6%가 검출되었으며, 모든 제품이 국내 권장 기준인 g당 100 cfu 이하에 적합한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 황 등(2008)[7]이 2007년에 국내에서 유통 중인 조제분유에 대한 일반세균수 조사에서 전체 평균이 1.83 ± 0.68 log cfu/g, 대장균군과 *B. cereus*가 전체 제품에서 각각 12%와 29%가 검출된 결과보다는 양호한 것으로 나타났다. 이와 같이 미생물학적 품질기준에 있어서 3년 전에 비하여 조제분유의 질이 개선된 원인으로는 2006년 국내산 조제분유의 *Ent. sakazakii* 검출로 인한 문제 해결을 위하여 조제분유 관련 강화된 미생물학적 규격기준 마련과 더불어 국내 제조회사에서 2007년부터 HACCP 시스템을 적용하여 *Ent. sakazakii*의 오염경로에 대한 추적관리시스템 강화, 원부자재, 주변 환경, 공기 여과필터 및 실내공기 등에 대한 검사관리 강화대책에 따른 결과로 사료 된다[8].

또한, 본 연구에서 조사된 조제분유의 미생물 품질 분석 결과는 CODEX의 일반세균수 기준[20]과 전 세계에서 수집한 조제분유 82개중 일반세균수가 10,000 cfu/g를 초과한 시료가 3%로 조사한 성적[18]과 비교하면 전반적으로 미생물 품질이 양호한 것으로 나타났다. 하지만 본 조사에서 일부제품에서 식중독 유발 세균인 FAO/WHO category C 세균 중 비록 영유아 질병 유발에 직접적으로 확인되지 않았지만 포자형성 균인 *B. cereus*가 국내 관리 기준치인 g당 100 cfu 이하에 근접하는 시료가 확인되어 이에 대한 좀 더 적극적이고 체계적인 대책 마련이 있어야 할 것으로 사료된다. 이와 더불어 향후에 CODEX에서 제조공정의 위생수준을 검증하기 위한 지표로 새롭게 설정된 조제분유에서의 장내세균의 국내 검출율 파악 및 감소방안을 마련되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

2010년 국내 4개 제조업체에서 제조한 조제분유 190개, 성장기용 조제분유 95개, 조제우유 15개 등 300개 조제유류를 수집하여 일반세균, 대장균군 및 위해세균에 대한 오

염실태를 조사하였다. 그 결과 멸균제품인 조제우유는 일반세균수, 대장균군을 포함하여 모든 검사에서 음성을 나타내었다. 이에 반하여 비멸균제품인 조제분유와 성장기용 조제분유에서의 일반세균수는 전체 시료 중 83.9%가 검출되었다. 조제분유는 전체 시료 중 72.6%가 g당 10~100 cfu를, 100~1,000 cfu가 7.9%로 조사되었으며, 성장기용조제분유는 전체 시료 중 79.0%가 g당 10~100 cfu를, 100~1,000 cfu가 11.6%로 조사되어 모든 제품이 1,000 cfu/g 이하를 나타내었다. 대장균군에 대한 검사에서는 전체 제품 중 조제분유와 성장기용조제분유가 각각 3건(1.6%)과 1건(1.1%)이 검출되었으며, 그 수준은 3.6, 3.0, 9.1, 9.1 MPN/g 으로 조사되어 국내 기준 규격(n = 5, c = 1, m = 0, M = 10)에 모두 적합한 것으로 나타났다. 또한, FAO/WHO에서 category A 세균으로 분류하고 있는 *Salmonella* spp.와 *Ent. sakazakii*에 대한 검사에서는 모두 불검출로 조사되었다. category C group인 *C. perfringens, E. coli* O157, *S. aureus*, *L. monocytogenes* 4종의 식중독 유발 세균에 대한 검사에서도 모두 음성으로 나타났다. category C 세균 중 *B. cereus*는 조제분유와 성장기조제분유에서 전체 시료 중 12개 제품에서 g당 10-100 cfu의 수준의 균수가 검출되었다. 이와 같이 조제유류의 오염지표 세균 및 위해세균에 대한 검사에서 모두 국내 기준에 적합한 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. WHO : *Enterobaccter sakazakii* and other microorganisms in powdered infant formula. 2004. www.who.int/foodsafety/publications/micro/es.pdf
2. CODEX : Standard for infant formula and formulas for special medical purposes intended for infants. CODEX STAN 72-1981, Revision 2007.
3. Schwab, A., H., Swartzentruber, A., Wentz, B. A., and Jr. Read, R. B. : Microbiological quality of dry-milk mixes and milk substitute infant formulas. *Appl. Environ. Microbiol.,* **43**, 389-391 (1982).
4. Muytjens, H. L., Roelofs-Willemse, H., and Jasper, G. H. J. : Quality of powdered substitutes for breast milk with regard to members of the family *Enterobacteriaceae*. *J. Clin. Microbiol.*, **26**, 743-746 (1988).
5. Yoo, M. K., Kim, S. S., and Oh, S. S. : Isolation and genotyping of *Enterobacter sakazakii* from powdered infant formula manufactured in Korea. *Food Sci. Biotechnol.,* **14**, 875-877 (2005).
6. Jung, S. H. and Park, J. H. : Prevalence and thermal stability of *Enterobacter sakazakii* from unprocessed ready-to-eat agricultural products and powdered infant formulas. *Food Sci. Biotechnol.,* **15**, 152-157 (2006).
7. 황지연, 이지연, 박종현 : 영유아용 분말조제분유의 미생물 품질분석과 위해세균 모니터링. 한국축산식품학회지, **28**, 555-561 (2008).
8. 운재호, 이지연, 임경종 :조제분유의 위생관리 대책. 한국식품위생안전성학회, **2**, 5-19 (2007).
9. 국립수의과학검역원 : 축산물의 가공기준 및 성분규격, 국립수의과학검역원 고시 제 2010-2호.
10. Rong-Fu, W., Wei-Wen, C., and Wirt Franklin, A. : 16S rDNA-based PCR method for rapid and specific detection of *Clostridium perfringens* in food, *Molecular and cellular Probes*. **8**, 131-138 (1994).
11. Jung, S. C., Jung, B. Y., and Yoon, J. W. : Development of a multiplex-PCR for the rapid detection of *Escherichia coli* O157: H7 from raw beef, *Korean J. Vet. Res.*, **38**, 173-181 (1998).
12. Breeuwer, P., Lardeau, A., Peterz, M., and Joosten, H. M. : Desiccation and heat tolerance of *Enterobacter sakazakii. J. Appl. Microbiol.,* **95**, 967-973 (2003).
13. Edelson-Mammel, S. G., and Buchanan, R. L. Thermal inactivation of *Enterobacter sakazakii* in rehydratedinfant formula. *J. Food Prot.,* **67**, 60-63 (2004).
14. Nazarowec-White, M., and Farber, J. M. : Incidence, survival and growth of *Enterobacter sakazakii* in infant formula. *J. Food Prot.,* **60**, 226-230 (1997).
15. 최석호, 이승배, 최재원 : 조제분유와 이유식의 미생물학적 안전성. 한국유가공 기술과학회지, **23**, 65-71 (2005).
16. WHO : Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula : Guidelines. 2007. www.who.int/entity/foodsafety/publications/micro/pif2007/en/
17. Leuschner, R. G., and Bew, J. A. : Medium for the presumptive detection of *Enterobacter sakazakii* in infant formulas: Interlaboratory study. *J. AOAC Int.,* **87**, 604-613 (2004).
18. Iversen, C., and Forsythe, S. J. : Isolation of *Enterobacter sakazakii* and other *Enterobacteriaceae* from powdered infant formula milk and related products. *Int. J. Food Microbiol.,* **21**, 771-777 (2004).
19. Jasper, A. H. J., Mutyjens, H. L., and Kollee, L. A. : Neonatal menigitis caused by *Enterobacter sakazakii*: milk powder is not sterile and bacteria like milk too! *Tijdschr Kindergeneeskd,* **58**, 151-155 (1990).
20. CODEX : Microbiological criteria for powdered infant formula, Formula for special medical purposes and human milk fortifiers: In; Code of hygiene practice for powdered formulae for infants and young children. CAC/RCP 66-2008, p. 19-21 (2008).