Kor. J. Food Hygiene 8(4), 241-249(1993)

서울地域 一部 給食學校 片食器 중 合成洗劑 殘留量 및 微生物 汚染度에 관한 硏究

황 순 녀

서울大學校 保健大學院 環境保健學科

A Study on the Residual Surfactants and the Microbial Contaminants on Stainless dishes

Soon-Nyu Hwang

Department of Environmental Health Graduate School of Public Health Seoul National University

ABSTRACT—This study was performed to investigate the remainity of synthetic surfactant (LAS) by HPLC and the microbial contamination on stainless steel dishes. For the maintenance and the improvement of school lunch program's safety, the remainity of synthetic surfactants (LAS) on stainless steel dishes washed with auto dishwasher was investigated by HPLC, and the microbial contamination on same dishes was surveyed. The results were as follows: (1) The remainity of synthetic surfactant (LAS) a) The residue of LAS was very small because of the repeated washing of dishes by strong pressurized water. b) The remainity range of LAS on stainless steel dishes was 2.1~7.2 μg/dish. The remainity of general surfactants was higher in cold water than warm water. The amount of residual general surfatants was 5.95 μg/dish in cold water, and 2.95 μg/dish in warm water. There was no difference of the remainity of special surfactants by water temperature. The amount of residual surfactants was 3.9 μg/dish. c) There was no difference of residue amount by washing times. (2) The microbial contamination after washing with general surfactants. 1) The mean MPN of *E. coli* was 203(53~345) on 1 hr, 19(6~28) on 2 hrs, in cold water, and 26(11~41) on 1 hr, 82(5~600) on 2 hrs in warm water. After washing with special surfactants the mean MPN of *E. coli* was 82(11~120) on 1 hr, not dectected on 2 hrs in cold water, and 1100(only 1 dish of 1 school) on 1 hr, 24(6~42) on 2 hrs. 2) After washing with general surfactants the mean of contamination by general microbials was 956(25~2300) on 1 hr, 694(45~2500) on 2 hrs. in cold water and 803(5~2300) on 1 hr, 671(5~2500) on 2 hrs. After washing with special surfactants the mean of contamination by general microbials was 788(136~2900) on 1 hr, 1122(15~3000) on 2 hrs, in cold water and 537(5~2000) on 1 hr, 88(15~150) on 2 hrs in warm water. (3) Like the results of this study, the good washing methods of stainless steel dishes for school luch program were as follows. First, for washing stainless steel dishes, the use of special surfactants was recommended at 30~40°C water. Second, at 70°C water, the rinsing of dishes was recommended. Third, the final rinsing at 80°C combined with simple disinfection and dry was recommended.

Keywords □ **Stainless steel dishes, HPLC, remainity, synthetic surfactant (LAS), microbial contaminants**

"2000년까지는 모든 인류에게 건강"을 실현하자는 WHO의 결의를 실현해 나가는 전략이 지속적으로 개발되고 있는 것과 관련하여 학교급식을 건강의 기본권 보장 측면에서 고려해 볼 필요가 있다.[1] 학교급식은 "성장기 아동들에게 신체의 건전한 발달에 필요한 영양공급과 식생활의 지식과 습관을 기르기 위하여 학교에서 일정한 지도목표를 설정하여 계획적으로 실시하는 집단급식"이라 정의하며[2,3] 우리나

Received for publication January 5, 1994
Reprint request: S.N. Hwang at the above address

라 학교급식제도는 시대적, 사회적 여건에 따라 구호급식기, 자립급식기, 제도확립기, 급식제도 확충기로 변천 발달해 왔다. 특히 1977년 서울시내 국민학교에서 발생한 대형 식중독 사건으로 한 아동의 죽음을 초래한 결과 현행과 같이 학교에서 직접 조리하는 급식제도가 나타났다.[3,4] 여러가지 어려운 재정과 여건에도 불구하고 학교급식은 꾸준히 발전되었고 정부의 학교급식 확대 정책과 함께 지역사회의 관심에 힘입어 1992년말 현재 7,376개교 중 1,573개교가 학교급식실시(21.3%)로[5] 확대되었고 정부에서는 1997년까지는 전국 국민학교에 학교급식을 전면 실시한다는 목표하에 발전 방안을 수립하고 구체화시켜 나가고 있다.

현행과 같이 학교조리실 직접조리 형태로 실시하는 학교급식은 법 및 시행령에 명시되어 있는 바와 같이 급식운영 관리면에서 위생과 안전에 철저를 기하도록 하는 위생학적인 뒷받침이 필수적인 사항으로 생각되며 특히 학교급식의 안전성을 유지 증진하기 위하여는 급식품을 담아내는 식기의 안전성이 큰 비중을 차지할 것이다. 간염 등 전염성 질환에 걸린 아동들과 건강한 아동들이 함께 식사하고 개인식기가 공동으로 세척되고 구별없이 사용되어지는 점을 감안할 때 개인식기의 세척 위생상태가 아동들의 건강에 미치는 영향은 클 것으로 생각된다. 특히 식기류를 깨끗이 세척하기 위한 수단으로 사용되는 합성세제는 우리나라의 경우 1980년 29,483톤(13.05%), 1985년 69,938톤(19.19%), 1990년 102,306톤(23.34%), 생산[6]되었으며 불과 10년 사이에 생산량이 3.5배로 급격히 증가하는 추세에 있으며 따라서 일상생활속에서 음식물이나 식기류 및 음료수를 통하여 경구 혹은 피부로 흡수될 가능성이 많아짐에 따라 세제에 의한 건강상의 문제를 우려하게 되었다.[7,8]

식기 중에 잔류되는 세제량은 미량이나마 매일 매 식사마다 체내에 공급되어 소화기에서 흡수되거나 위에서 분해 및 장기에 축적되어 축적에 의한 만성독성을 유발시킨다는 보고가 있고 합성세제가 생식, 최기형, 발암 등에 미치는 영향에 대하여 부정적인 연구결과[8-10]가 계속 보고되고 있어 급식학교에서 사용되는 편식기의 안전성 확인이 필요하며 아울러 실제 활용 가능한 과학적인 편식기의 위생적인 식기 세척 방법이 요구된다.

급식학교의 아동들은 일반학교의 아동들보다 감염원과 접촉하는 기회가 더 많으므로 감염되어 환자나 보균자가 될 위험성이 크다.[11] 병원체에 오염된 식기, 손, 손수건 등을 매개로 전염되는 형식의 간접접촉 전염의 기회를 사전에 예방할 수 있는 세척, 소독 관리에 주의를 기울일 필요가 있다. 따라서 급식 학교의 위생학적인 처리가 절실히 요구되는 편식기의 안전성을 확인하고 위생적인 식기세척 방법의 확립을 목적으로 편식기 중의 세제 잔류도 측정과 미생물 오염도를 조사하였다.

편식기 중의 세제 잔류도 측정은 합성세제의 성분을 이성체 개개의 성분까지 분리는 어려운 단점이 있으나 시료의 전처리가 필요없이 간편하고 우수한 HPLC법에 의한 분석[12]을 시도하였으며 동시에 미생물 오염도 측정으로[2] 식기의 위생적인 세척 여부 확인과[1] 잔류가 덜되는 세제의 선택과[4] 세척효과를 높일 수 있는 세척방법 등을 파악하고 기존에 발표된 세제의 인체 독성피해에 대한 영향과 본 실험결과와의 비교 고찰로 학교급식의 신뢰도를 제고시키고 나아가 학교급식의 안전성 확보를 위한 기초자료로서 활용코자 한다.

실험방법

실험재료

시험용 세제는 급식학교에서 가장 많이 사용하는 일반세제(시판용)와 전문세제(자동식기세척기용)를 선정하여 식기세척수 온도는 냉수(10~15℃)와 온수(30~40℃), 세제의 농도는 0.2%(표준농도)로 하였으며 자동식기세척기에 의한 세척시간은 세척시작 후 1시간과 2시간으로 구분하여 실시하였다. 세제 잔류도를 조사하기 위하여 1981년부터 1982년 사이에 동일사 제품인 자동식기 세척기가 설치된 서울시내 5개 급식학교를 임의로 선정하여 이중 1개 학교에서 자동식기 세척기로 편식기를 세척한 후 즉시 자동식기 세척기의 각각의 탱크에서 50 ml의 시료를 시험조건별로 총 32개의 시료를 채취하였으며 미생물 잔류도를 조사하기 위하여 5개 학교에서 시험조건별로 24개씩 총 120개의 시료를 1993년 4월 19일부터 23일까지 채취하였다.

시약

합성세제의 계면활성성분으로 현재 세계적으로 가장 많이 사용되고 있으며 계면활성성분 중 가장 독성이 심한 것으로 알려진[48] Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS 순도 100%)를 (주)미원 (경기도 안산시 옥내동 405-3 소재)에서 분양 받았으며 전문세제(순도 9%), 일반 세제(순도20%)는 급식학교에서 가장 많이 사용되고 있는 제품을 임의로 선정하여 표준물질로서 실험에 사용하였다.

이동상용 Buffer로서 사용되는 $NaClO_4$는 분석용 특급시약이었고 이동상으로 사용되는 CH_3CN은 HPLC급이었으며 CH_3CN 30%의 이동상 용매를 만들기 위해 3차 증류수를 사용하였다.

편식기 중 계면활성성분(LAS) 잔류도 측정

세척수에 잔류하는 LAS성분을 정량하기 위한 HPLC의 최적 분석조건을 설정하기 위하여[13] 근등 정홍 등에 의한 전기전도도 검출기를 이용한 고속액체 크로마토그라피에 의한 음이온계 계면활성제의 분석법을 변경하였다.

사용장비는 Waters사 제품인 High Performance Liquid Chromatograph(HPLC)를 사용하였으며 (Model 510 pump, 680 automatic gradient controller, SP 100 UV detecter, U6K universal liquid Chromatographic injector), LC Column은 Waters사 제품인 3.9～150 nm, 510mm인 RP-C_{18} Nova-Pak Column을 사용하였다.

Column은 Nova Pak C_{18} reverse Column을 사용하였고 이동상은 CH_3CN과 증류수를 30 : 70 (v/v)으로 혼합한 것에 buffer로서 $NaClO_4$를 1.0 mM 농도가 되도록 첨가하였으며 flow rate는 분당 1.5 ml였고 UV 파장은 225 nm에서 시료 20 μl를 HPLC에 주입하여 분석하였다.

자동식기 세척기에서 세척한 편식기 중의 LAS 잔류도를 보기 위하여 제 1탱크의 세척수의 LAS 면적값에서 제 2,3,4탱크의 세척수의 LAS 면적값을 뺀 나머지 LAS 면적값을 처리된 편식기 총수로 나누어 평균 1개 편식기의 LAS 잔류도를 계산하였다.

$$\text{LAS 잔류도} = \frac{\{\text{제 1탱크 LAS 면적값} - (\text{제 2,3,4탱크의 LAS 면적값})\}}{\text{처리된 편식기 전체수량}}$$

편식기 중 미생물 잔류도 조사

식품위생 분야에서 대장균은 오염의 지표 자료로 이용하며 일반세균은 세균수에 따라 신선도를 나타내 주는 지표가 된다. 따라서 합성세제로 세척한 편식기의 세제 잔류도와 동시에 미생물 잔류도를 보기 위하여 식품공전에 제시된 대장균군의 수를 산출하는 정량시험 중 최확수(M.P.N)로 표시하였으며 일반세균수는 보통검체와 표준한천배지를 페트리접시 중에 혼합응고시켜 배양 후 발생한 세균의 집락수로부터 검체 중의 생균수를 산출하는 표준평판법으로 시험하였다.

연구결과

편식기 중 LAS의 잔류도

편식기 중 LAS의 잔류도는 Talble 1과 같이 최저 2.1 μg/개에서 7.2 μg/개 사이에 있었으며 일반세제의 경우 온수에서 평균 2.95 μg/개, 냉수에서는 평균 5.95 μg/개로서, 온수보다는 냉수로 세척한 편식기의 잔류정도가 높은 것으로 나타났으며 전문세제의 경우 냉수로 세척한 편식기의 잔류정도가 평균 3.9 μg/개, 온수로 세척하였을 때는 평균 3.9 μg/개로 비슷한 것으로 나타났다.

세척시간에 의한 차이는 일반세제나 전문세제로 세척한 경우 모두 잔류정도에 현저한 차이는 볼 수 없었다.

편식기 중의 미생물 잔류도

대장균－대장균은 일반세제의 경우 냉수에서 1시간 세척 후에 최확수의 평균값은 203(53～345), 2시간 후에는 평균 19(6～28), 온수에서 1시간 후에 평균 26(11～41), 2시간 후에 평균 82(5～600), 전문세제의 경우 냉수에서 1시간 후에 평균 82(11～120), 2시간 후 불검출되었으며 온수에서 1시간 후에 1100(1개교 1개 편식기에서 검출), 2시간 후에 평균 24(6～42)로 검출되었다(Table 2).

일반세균－일반세균은 일반세제의 경우 냉수에서 1시간 후에 평균 956(25～2300), 2시간 후에 평균

Table 1. 편식기 중 LAS의 잔류도

세제	세척수 온도 (℃)	세척 시간 (시간)	면적값 (Area Value) A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	잔류량 (μg/개)
일반 세제	냉수 (10~15℃)	1	332566 (100)	165927 (49.89)	60858 (18.30)	26081 (7.84)	79700 (23.97)	4.7
		2	363326 (100)	145329 (39.99)	66488 (18.29)	28339 (7.80)	123170 (33.92)	7.2
	온수 (30~40℃)	1	1803758 (100)	1629442 (90.34)	75515 (4.19)	35036 (1.94)	63765 (3.53)	3.8
		2	216313 (100)	118265 (54.67)	48865 (22.59)	13998 (6.47)	35185 (16.27)	2.1
전문 세제	냉수 (10~15℃)	1	18372 (100)	12838 (69.88)	–	–	5534 (30.12)	3.3
		2	14405 (100)	6721 (46.66)	–	–	7684 (53.34)	4.5
	온수 (30~40℃)	1	74604 (100)	52230 (70.01)	–	–	22374 (29.99)	4.1
		2	21134 (100)	14794 (70.00)	–	–	6340 (30.00)	3.7

1. –: 불검출, 2. E=A−(B+C+D) A=제 1탱크 세척수의 LAS 면적값, B=제 2탱크 세척수의 LAS 면적값, C=제 3탱크 세척수의 LAS 면적값, D=제 4탱크 세척수의 LAS 면적값, 3. 잔류량의 계산 E/편식기수(1300개)=편식기 1개의 잔류량이라고 가정.

694(45~2500), 온수에서 1시간 후에 평균 803(5~2300), 2시간 후에 평균 671(5~2500)로 나타났으며 전문세제의 경우 냉수에서 1시간 후에 평균 788(136~2900), 2시간 후에 평균 1122(15~3000), 온수에서 1시간 후에 평균 537(5~2000), 2시간 후에 평균 88(15~150)로 검출되었다(Table 3).

고 찰

편식기 중 세제잔류도에 관한 고찰

경제성장에 따른 소득의 증대로 생활수준이 향상됨에 따라 생활 편의의 수단으로 세탁기, 식기세척기의 보급과 함께 합성세제의 사용량이 증가되면서 합성세제로 인한 독성학적 연구로부터 그 안전성의 평가를 위하여 합성세제 성분 중 계면활성성분의 실험동물에 대한 급성 및 아급성 독성시험을 한 결과를 중심으로 인체에 미치는 영향을 간접적으로 평가할 수 있다.[7,14,15] 합성세제가 인체에 미치는 영향은 경구 독성과 피부점막에 대한 독성으로 구분되어 진다.

일반적으로 양이온계 세제의 독성이 가장 크고 우리나라 세제의 대부분인 LAS의 경우에는 LD_{50}이 1300~2500 mg/kg로서 WHO의 독성기준에 의하면 위해성 물질(Hazardous Material)에 해당된다.[9] 합성세제의 계면활성성분 LAS제품의 급성 및 아급성 독성 실험에서 주방용세제내 함유량인 경우인 LAS 14.8%를 기준으로 300 mg/kg에 해당하는 양을 1회 투여량 1일 4회 4주간 위내 경구 투여한 후 실험도중 육안으로 관찰할 수 있었던 자발 운동저하, 호흡마비 및 심한 설사 등이 나타났으며 특히 모든 군에서 mouse의 털이 서는 현상을 보였다. 아급성 경구독성 시험결과 저농도의 계면활성성분 투여군의 경우는 성장율이 억제되는 경향이 있었으며 혈액생화학적 변화는 LAS 투여군에서 AST(Asparpate

Table 2. 대장균 잔류도

〈일반세제〉

세제	세척수 온도 (℃)	세척 시간 (시간)	편 식기	시료 채취 학교 G	C	Y	S	M	평균
일반	냉수 (10~15℃)	1	a	−	−	80	220	−	203
			b	240	−	240	−	−	
			c	−	53	−	−	345	
		2	a	−	25	−	14	−	19
			b	14	−	−	6	−	
			c	−	−	28	−	−	
	온수 (30~40℃)	1	a	−	11	−	−	41	26
			b	−	−	−	−	−	
			c	−	−	−	−	−	
		2	a	−	5	−	−	−	154
			−	−	−	−	6		
			c	−	−	−	−	600	

〈전문세제〉

세제	세척수 온도 (℃)	세척 시간 (시간)	편 식기	시료 채취 학교 G	C	Y	S	M	평균
전문	냉수 (10~15℃)	1	a	−	−	−	11	120	82
			b	−	−	115	−	−	
			c	−	−	−	−	−	
		2	a	−	−	−	−	−	−
			b	−	−	−	−	−	
			c	−	−	28	−	−	
	온수 (30~40℃)	1	a	1100	−	−	−	−	1100
			b	−	−	−	−	−	
			c	−	−	−	−	−	
		2	a	−	42	−	−	−	24
			b	−	−	−	−		
			c	6	−	−	−	−	

* 최확수(M.P.N)로 표시 (M.P. N/100 ml).

Amino transferase), ALT(Alanine Transferase) 및 ALP(Alkaline Phosphatase) 등이 증가하는 현상이 있다고 보고하였다.[7]

세제를 사용함으로써 식품, 식기, 음료수 등을 통하여 부득이 미량의 세제가 체내에 공급되고 있기 때문에 급성독성보다는 매일 적은 양이 체내에 축적되어 나타나는 만성 독성이 더 큰 문제가 될 수 있다. 일상생활에서 매일 흡수되는 양은 보통 1~10 mg 정도가 되는데, 합성세제에 장기간 노출되었을 경우 체중이 감소하고 신장 등 장기에도 합성세제가 미량이나마 검출되고 있으며 만성적인 기능 장애를 초래하는 것으로 보고되고 있다. 이 밖에도 합성세제의 신체내 축적여부와 생식, 최기형 등이 보고되고 있는데 특히 카드뮴, 색소, PCB, 유기수은 등 환경

Talble 3. 일반세균 잔류도

세제	세척수 온도 (℃)	세척 시간 (시간)	편 식기	시료 채취 학교 (세균수/ml)					
				G	C	Y	S	M	평균
일 반	냉수 (10~15℃)	1	a	100	25	680	1100	1200	956
			b	430	1300	1700	400	2300	
			c	−	1800	−	−	1100	
		2	a	380	500	−	170	2500	994
			b	250	150/	−	70	−	
			c	50	1010	45	200	−	
	온수 (30~40℃)	1	a	−	70	−	2300	1600	803
			b	−	47	−	3100	5	
			c	−	33	−	50	20	
		2	a	1000	80	75	100	5	671
			1400	2500	27	60	200		
			c	1700	1800	35	−	10	
전 문	냉수 (10~15℃)	1	a	−	−	−	136	2900	788
			b	−	−	161	1700		
			c	−	−	−	−	1600	
		2	a	980	−	−	−	2100	1122
			b	3000	−	15	−	2900	
			c	80	−	−	−	1000	
	온수 (30~40℃)	1	a	2000	250	−	250	30	537
			b	1500	−	−	−	5	
			c	1400	−	−	−	15	
		2	a	−	100	−	74	20	88
			b	150	−	−	−	55	
			c	−	−	−	−	15	

오염물질들의 독성을 상승시키고 벤조피렌, 4NQO (4-nitroquinoline-1-oxide)와 같이 복합작용하여 발암성을 증가시킨다는 보고도 있다.

실험결과에 따르면, LAS의 스텐레스 편식기에의 잔류정도는 2.1 μg/개에서 7.2 μg/개 사이에 있었으며 일반세제의 경우 온수보다 냉수로 세척한 경우 잔류정도가 높은 것으로 나타났다. 온수의 경우 평균 2.95 μg/개, 냉수의 경우 평균 5.95 μg/개, 전문세제의 경우는 냉수에 세척한 경우 평균 3.9 μg/개, 온수로 세척한 경우 평균 3.9 μg/개로 비슷한 것으로 나타났다. 시간에 따른 차이는 일반세제나 전문세제로 세척한 경우 잔류의 정도에 차이를 볼 수 없었다.

한편, 침적세척에 의한 식기 중의 LAS 잔류를 MBAS법으로 측정한 결과와 비교하면 0.4% 세제 용액에 30초 동안 침적시킨 후 냉수로 침적 세척한 식기류 중 세제의 잔류농도는 정수 상태에서 0.057 ppm이었고 온수로 세척후 정수상태에서 0.061 ppm이었다.

본 실험결과는 홍 등[7]의 MBAS법에 의한 식기 중의 세제 잔류도 검사 결과와 비교해 볼 때 1/10 정도로 상당히 낮은 것으로 나타났다. 이는 자동식기 세척기의 특성이 물을 강한 압력으로 사출시켜 세척하는 과정반복으로 인해 침적세척과 달리 식기에 잔류량이 미미한 것으로 생각된다.

미생물 오염도에 관한 고찰

대장균－식품위생학에서 대장균은 식품이 병원성 세균이 존재할 가능성으로 오염되었는지 여부를 가름하는 오염지표의 자료이다.[16] Gram음성, 무아포의 간균으로 유당을 분해하여 가스를 생산하는 호기성 통성 혐기성의 균을 대장균(Coliform group)이라 부르며 음용수의 수질기준의 미생물에 관한 기준 중 대장균은 50 ml에서 검출되지 아니한다고 규정하고 있다.[16-18] 대장균은 일반세제로 냉수에서 1시간에 평균 203, 2시간에 평균 19, 온수에서 1시간에 평균 26, 2시간에 평균 154로 나타났으며, 전문세제로 냉수에서 1시간에 평균 82, 2시간에 불검출, 온수에서는 1시간에 1100 (1개교에서 1개 편식기 검출량), 2시간에 평균 24로 검출되었다. 세척시간이 1시간 후보다 2시간 후의 경우가 더 적게 검출된 것은 세제의 정균작용[19]이 시간이 길어질수록 영향을 많이 받은 것에 따른 결과라 생각된다. 세제의 정균작용은 계면활성성분의 세균 발육 저해작용으로 Gram 양성균의 발육은 LAS, AS 등이 100 ppm 이상에서 완전 저해된다. 예를 들어 녹농균의 경우 증류수 중과 LAS 100 ppm을 가한 수도물 중에서 1일 경과하면 사멸한다. Gram 음성균은 1000 ppm 이하에서는 계면활성제의 발육 저해작용을 받지 않으며 세제를 생분해하면서 탄소원으로 이용한다. LAS 0.2 ppm 이상에서 mitochondria 활성이 40% 이하로 저해되며 LAS 3.48 ppm 이상이면 혈청 알부민 단백질 변성을 일으켜서 세균의 생체막을 이루고 있는 소수성 및 친수성 단백성분과 결합하여 가용화 또는 변성시키는 것으로 세균 발육억제에 대한 생화학적인 설명을 할 수 있다.

일반세균－식품 중의 세균수가 많고 적은것은 식품의 신선도를 나타내는 좋은 지표가 된다. 또한 식품은 사람이 섭취할 때까지 여러가지 처리 공정이 실시되며 이때 식품은 취급하는 기구, 용기, 또는 불결한 처리에 의해서 오염이 되는 경우가 많다. 따라서 식품전반을 통해서 그 취급의 양부, 용기의 양부, 보존의 적부 등을 판명할 목적으로 세균수의 검사를 실시[16]하며 음용수의 수질 기준의 미생물에 관한 기준 중 일반세균은 1 ml 중 100을 넘지 아니한다[16-18]고 규정하고 있다. 일반세균의 경우는 일반세제로 냉수에서 1시간에 평균 956, 2시간에 평균 694, 온수에서 1시간에 평균 803, 2시간에 평균 671로 나타났으며 전문세제로 냉수에서 1시간에 평균 788, 2시간에 평균 1122, 온수에서 1시간에 평균 537, 2시간에 평균 88로 검출되었다. 온수에서 1시간 세척시보다 2시간 세척이 세균수가 적게 검출된 것은 세제에 의한 정균작용[19]의 결과라 생각된다.

일반세제 및 전문세제의 미생물 잔류도 비교

일반세제 및 전문세제의 미생물잔류도 시험결과를 음용수 수질기준에 비교하면 대장균, 일반세균 모두 양호하지 못한 상태로 나타나 합성세제를 사용한 세척만으로는 편식기의 위생상태를 만족하게 유지할 수 없다고 판단되며 합성세제를 사용하여 세척한 후에 반드시 소독과정을 거쳐야 안전하다는 생각이다. 전문세제가 일반세제보다 좋은 세척력을 나타내고 있으며, 냉수보다 온수에서 세척한 편식기의 대장균, 일반세균이 적게 검출되어 30～40℃ 온수에서 세척력이 좋은 것으로 나타났다. 세척성은 대체로 40℃ 까지는 온도의 상승에 따라 향상되나 40℃ 이상이 되면 온도 상승에 따라 세척성이 별로 향상되지 않으며 온도가 더욱 올라가서 70℃ 내외가 되면 세척효과가 상승[15]되는 것으로 알려져 있다. 그러므로 자동식기 세척기에 40℃ 에서 전문세제 사용과 더불어 헹굼 세척수 온도를 70℃ 이상 사용한다면 대장균 및 일반세균의 오염을 줄이는 우수한 세척력을 [15,20] 가질 수 있을 것으로 생각된다.

위생적인 식기세척에 대한 제언

세척은 완전한 청결을 확보하는데 기본이 되는 제1단계의 조치이다. 세척은 보통 물로 하는데 수도물이나 음용에 적합한 물을 사용하여 흐르는 상태에서 구석구석까지 잘 씻어서 오염된 것을 제거한다. 물 만으로 완전히 제거되지 않는 지방성물질, 세균류, 기생충알, 밀착된 오물 등은 모래가루, 비누, 세제 등을 사용하여 제거한다. 모래가루는 때를 물리적으로 긁어내는데 효과는 크지만 기구 등에 흠을 낼 위험성이 있고 끝난 다음에 물로 잘 닦지 않으면 작은모래 입자가 덜 씻겨 내려가는 수가 있다. 비누는 기포력이 크고 세정력도 커서 특히 지방성의 때를 흡착하여 제거하므로 손을 씻거나 식기, 용기, 채소, 과일 등의 세정에 많이 사용된다. 그러나 센물, 산성액, 소금물 등에서는 거품이 잘 일지 않아서 세정력을 잃으며 이런 결점 때문에 최근에는 합성

세제가 많이 사용된다. 합성세제는 음이온 계면활성제나 비이온 계면활성제에 세정 촉진제를 혼합하고 필요하면 착색료나 향료 등을 첨가하여 만든 것으로 첫째, 침투, 흡착, 분산, 유화 등 네 작용의 종합적인 효과에 의해서 세정력이 강하며 둘째, 단물에서는 물론 센물, 산성에서는 세척력이 있고, 세째 냉수에도 잘 녹으며 채소, 과일 등 신선한 것의 세척에 좋다. 넷째, 씻고 난 후 불쾌한 냄새나 맛이 없으며 다섯째, 액이 끈적거리지 않고 식기도 윤이 잘나는 특징을 가지고 있어 세척에 상당한 장점을 지니고 있다.[24] 그러나 합성세제는 수질오염에 주원인이 되고 있는 것으로 나타나고 있어 이에 대하여 대량 세제를 소비하는 집단급식소의 세제 사용량에 의한 영향을 생각하지 않을 수 없으며 아울러 세제 사용량에 있어 가장 경제적으로 오염원을 줄이는 방법이 강구되어야 할 것이다.[18] 가정에서 표준사용량보다 대개 1.8배 이상 과다 사용하고 있다는 조사보고가[9] 있어 세제의 표준량을 정확하게 사용하도록 하고 역시 세제를 대량 소비하는 학교급식에서도 표준사용량보다 많이 사용되고 있었지만 시험조건의 표준사용량으로도 세척이 가능하였다.

세제의 선택－세척제의 선정은 세척되는 기구, 세척의 정도, 찌꺼기의 성분과 그 정도세척방법 및 세척제의 세척능력 등을 고려해 보아야 한다. 제거할 고형분의 찌꺼기에 대해 세척력이 좋은가를 우선 고려하고, 사용하려는 세척제나 세척방법과 잘 조화되는가, 세척시 헹구어서 세척제 성분을 충분히 제거해 버릴 수 있는가, 세척제의 위해도는 어느 정도인가 경제성은 어떠한가, 사용 후 폐액은 쉽게 폐기 할 수 있는가 등을 고려하여 선택한다.[8]

자동식기 세척기를 이용한 세척

자동식기 세척기의 사용은 일반적으로 침적과정을 거치고 않고 고형물 찌꺼기를 털어낸 후 세척기에 바로 넣어 세척토록 하고 있으나 학교급식에서는 세척전 전처리의 침적과정을 거쳐 세척하는 것이 위생적인 면이나 경제적인 면을 동시에 충족시킬 수 있는 방법이라 생각된다. 왜냐하면 시험시료 채취 과정에서 식기세척전 침적과정을 거쳐 고형 폐기물을 씻어낸 후 세제의 표준사용량은 적용하여 시험한 결과, 세제나 미생물의 잔류도에 있어 양호하기 때문이다. 또한 미생물의 잔류도로 보아 마지막 작업인 헹굼작업 후에 간단한 소독과정을 거치는 것이 위생, 안전관리에 완전할 것으로 사료된다. 세제는 자동식기세척기 용도에 맞는 선정과 표준 사용량으로 계량하여 사용하고 70℃ 에서 헹굼작업을 하여 80℃ 이상에서 최종 헹굼을 하고 난 후 간단한 소독과 건조로 완료하는 것이 과학적이며 경제적인 방법으로 사료된다.[20,21] 왜냐하면 세척의 효율은 세제 농도 0.2% 부근에서 최대를 나타내며 세제의 한계농도(CWC, critical washing concentration)와도 부합되는 농도, 그리고 30～40℃ 의 세척수 온도에서 세척 효율이 좋기 때문이다. 또한 세척한 후 70℃ 이상 되는 세척수로 헹구어 세척하는 것이 과학적인 방법으로 알려져 있다. 세제로 세척한 온도보다 헹굼의 온도가 높아야만 세척 효과가 좋으며 세척 온도는 따뜻한 물로 하고 헹굼은 찬물로 하는 것은 비과학적이며 비생산적인 방법이다.[15,21]

국문요약

아동을 대상으로 실시하는 학교급식에서 급식품의 안전성을 유지 증진할 목적으로 현재 급식에서 사용되고 있는 스텐레스 편식기에 자동식기 세척기로 세척한 후 세제의 잔류도와 미생물 잔류도를 조사하기 위하여 HPLC에 의한 세제잔류량과 식품공전에 제시된 미생물 잔류도를 측정하였으며 그 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다. (1) 합성세제 잔류도 : 편식기 중 LAS 잔류량이 상당히 낮은 것으로 나타났으며 이는 자동식기 세척기의 특성 즉 물을 강한 압력으로 사출시켜 세척하는 과정의 반복으로 인해 식기에 잔류량이 미미한 것으로 생각된다. 스텐레스 편식기에의 LAS 잔류정도는 최저 2.1 μg/개에서 7.2 μg/개 사이에 있었으며 일반세제의 경우 온수보다 냉수로 세척한 편식기의 잔류 정도가 높았다. 즉 냉수에서는 평균 5.95 μg/개, 온수에서는 평균 2.95 μg/개이었다. 전문세제의 경우 냉수로 세척한 편식기의 잔류정도가 평균 3.9 μg/개, 온수로 세척하였을 때 평균 3.9 μg/개로 비슷한 것으로 나타났다. 세척시간에 대한 차이는 일반세제나 전문세제로 세척한 경우 모두 잔류정도에 현저한 차이는 볼 수 없었다. (2) 미생물 잔류도 : 대장균은 일반세제의 경우 냉수에서 1시간 후에 최확수의 평균값 203(53～345), 2시간 후에는 평균 19(6～28), 온수에서 1시간 후에 평균 26(11～41) 2시간 후에 평균 82(5～600), 전문세제의 경우 냉수에서 1시간 후에는 평균 82(11～120), 2시간 후에 불검출 되었으며, 온수에서 1시간 후에 1100(1개교 1개편식기에서 검출), 2시간 후에 평균 24(6～42)로 검출되었다. 일반세균은 일반세제의 경우 냉수에서 1시간 후에 평균 955(25～2300), 2시간 후에 평균 694(45～2500), 온수에서 1시간 후에 평균 803(5～2300), 2시간 후에 671(5～2500)로 나타났으며 전문세제의 경우 냉수에서 1시간 후에 평균 788(136～2900), 2시간 후에 평균 1122(15～3000), 온수에서 1시간 후에 평균 536(5～2000), 2시간에 평균 88(15～150)로 검출되었다. (3) 편식기 세척방법 : 집단급식에서의 식기세척은 자동식 세척기를 사용함이 좋으며 자동식기 세척기용에 적합한 세제선택과 표준사용량에 의한 세척방법으로 30～40℃ 에서 세제를 사용하여 침적 및 세척하고 70℃ 에서 헹굼 작업을 하여 80℃ 이상에서 최종 헹굼을 하고 난 후 간단한 소독과 건조로 완료하는 것이 과학적이며 경제적인 방법으로 생각된다.

참고문헌

1. 박진도, 이성국: 농촌지역 국민학교 급식 아동의 성장발달과 식생활습관. 한국 학교보건학회지, **5**(1), 74-90 (1992).
2. 학교급식백서편찬위원회: 학교급식백서, (1978).
3. 박준교: 우리나라 학교급식의 변천과 활성화 방안에 관한 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문, (1986).
4. 박희용: 학교급식효과와 제도개선에 관한 연구. 한국학교보건회지, **1**(2), 86-117 (1988).
5. 교육부: '93학교보건 관계관 회의자료, (1993).
6. 김점식: 세제의 특성. 비누, 세제. '92, '93(겨울), (1993).
7. 홍사욱, 이향우, 유영호: 합성세제 및 계면활성 성분의 독성학적 연구. 비누. 세제 91(봄), 17-24 (1991).
8. 이용욱: 실험기구의 재사용 강화를 위한 세척방법에 관한 소고: 한국환경위생학회지, **18**(2), (1992).
9. 이병인: 우리나라 합성세제오염 실태와 관리대책에 관한 연구. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문, (1989).
10. 민만기: 음 ion계 합성세제 LAS와 AOS의 생분해에 관한 연구. 경남대학교 석사학위논문, (1990).
11. 미생물학 분과회: 종합미생물학. 학창사, (1984).
12. 이창기: 환경과 건강. 하서출판사, (1993).
13. 近膽征弘: 전기전도도 검출기를 이용한 고속액체 크로마토그래피에 의한 음이온계 계면활성제의 분석. 하왕주식회사. 연구소보, **40**(8), p. 33-39 (1991).
14. 池田: 綜合臨床(日) **14**, 621 (1965). 동경후생국: 중성세제에 관한 조사연구, (1973).
15. 김성연: 세제와 세탁의 과학. 교문사, (1993).
16. 이용욱, 신광순, 신효선, 정영채: 최신식품위생학. 신광출판사, (1991).
17. 보건사회부령 제744호. 음용수 수질기준에 관한 규칙, (1984).
18. 정문식, 구성회: 환경위생학. 신광출판사, (1991).
19. 三上美樹, 小林男 감수: 세제의 독성과 환경영향. 합동출판사, (1986).
20. 박현지: Food Service Industry의 위생 및 안전관리에 관한 연구. 세종대학교 석사학위논문, (1986).
21. 김윤희: 대장균(*E. coli*)의 생존 및 손상에 미치는 수질 및 온도의 영향. 전북대학교 석사학위논문, (1986).