J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 4, pp. 346~353 (2010)

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

젖소농가의 착유시설에 따른 친환경세제의 세척에 미치는 영향

박중국[1] · 김창현*
[1]농촌진흥청 국립축산과학원, 한경대학교 동물생명환경과학부

Cleaning Effects of Environmental-Friendly Washing Detergent on Milking Installation in Dairy Farms

Joong Kook Park[1] and Chang-Hyun Kim*
[1]*National Institute of Animal Science, RDA*
School of Animal Life and Environment Science, Hankyong National University
(Received April 16, 2010/Revised June 4, 2010/Accepted October 22, 2010)

ABSTRACT - This study was conducted to determine cleaning effects of environmental-friendly washing detergent on milking installation in dairy farms. Milking machine, cooling machine and milking liner were washed by alkaline detergent and acid detergent for first three weeks and alkaline detergent and environmental-friendly detergent for next three weeks and the results get through microorganism and physico-chemistry analysis at the five district dairy farms different from environment. *E-coli*, coliform, fecal coliform, *staphylococcus aureus*, fecal *streptococcus*, *prsudomonas aeruginosa* and yersinia were not found in all of the dairy farms, and total colony counts were no difference compared with chemical detergent. The water for washing exceeded the determining acceptable level of nitrate nitrogen in the Anseong, Onyang and Cheonan and the remaining substance of washed water was also high levels. The cause of the result was that the level of nitrate nitrogen of water is basically high. Therefore, this study indicated that washing effect is no differences between environmental-friendly detergent and chemical detergent by washing for milking machine and cooling machine. Above all, producing high quality milk is to manage the water quality as well as using detergent.

Key words: Environmental-friendly washing detergent, Milking machine, Cooling machine, Milking liner, microorganism

원유는 시유 및 각종 유가공품의 원료로써 초기 상태인 원유의 위생수준 및 안전성은 소비자 즉, 국민의 건강에 있어 매우 중요하다. 특히 우유는 소화율이 높고 필수 아미노산이 풍부한 양질의 단백질을 함유하고 있어 어린이 및 성인에게 균형 있는 영양소를 공급하는 완전식품이다(Hambraeus, 1982). 우유의 주요성분은 수분, 지방, 단백질, 유당, 및 회분으로 이루어져 있으며, 그 평균 조성은 수분 87.3%, 지방 3.9%, 단백질 3.2%, 유당 4.6%, 회분 0.7%로 알려져 있다(Wong, 1988). 그러나 이러한 균형 있는 영양소 역시 미생물의 증식에 있어 유리한 조건이 될 수 있으며, 또한 착유기를 깨끗하게 세척하지 않으면 세균이 급속하게 증식함으로써 원유 품질이 떨어지게 된다. 따라서 착유시설의 세척과 청결 상태는 매우 중요하다고 볼 수 있다.

*Correspondence to: Chang-Hyun Kim, School of Animal Life and Environment Science, Hankyong National University, Anseong-Si, 456-749, Korea. Tel: 82-31-670-5095, Fax: 82-31-676-5091
E-mail: kimch@hknu.ac.kr

최근 착유기 세척은 CIP (Clean in place) 세척 방식을 이용하고 있으며, 이러한 CIP 세척 방식 못지않게 세척액 또한 착유시설의 청결 상태에 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다. 현재 착유기 세척액은 알칼리 세제, 산성 세제 및 살균제가 주로 이용되고 있다. 알칼리 세제는 약 4%내외의 유지방과 3% 내외의 단백질을 분해, 세척하며 식품첨가용 가성소다를 사용하거나, 또는 가성소다와 계면활성제, 그리고 소포제를 첨가한 세제가 사용된다. 산성세제는 미량의 유석(Scale) 및 침착물을 제거하기 위해 사용되며 살균 효과를 얻을 수 있다. 산성세제의 주성분은 인산이 사용되고 있는 실정이다. 살균제는 원유의 세균에 의한 오염을 방지하는데 목적이 있으며, 시판되는 낙농용 치아염소산나트륨은 6%의 것이 주류이며, 현재 알칼리 세제에 염소(유효염소 100~150ppm)를 첨가하여 단백질의 세척력을 높인 염소화 알칼리 세제가 주로 사용되고 있다.

이렇듯 3종류의 각각 다른 특성을 갖는 세척액은 원유의 품질을 유지시키는 역할을 할 수 있지만 세척액의 농도, 적

절한 세척온도, 세척시간 및 충분한 린스가 종합적으로 고려되지 않으면 자칫 시설은 물론 잔류물질로 인해 우유의 안전성 확보에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 특히 최근 구제역과 돈 콜레라 등의 발생으로 소비자의 축산 식품에 대한 안정성 문제에 관심이 고조되면서 이러한 잔류물질에 대한 우려와 축산업에 대한 환경・위생측면의 국제적 규제가 강화되는 등 국내・외 여건이 급변함에 따라 잔류세제문제가 다시 대두되고 있다.

현재 사용되고 있는 알칼리 세제는 산성세제로 충분히 중화되지 않을 경우 수질 오염은 물론이고 화학반응으로 인해 고무제품이나 스테인리스 손상으로 시설 피해를 일으킬 수 있으며, 염소화 알칼리 세제와 산성세제를 혼합하면 독성이 강한 염소가스가 발생할 수 있다. 살균제의 경우, 농도가 낮을 때는 충분한 살균효과를 기대하기 어렵고 필요이상으로 높을 때도 효과가 저하되며, 비경제적일 뿐만 아니라 스테인리스 표면의 부식이나 오물의 잔류 염려가 있다.

이러한 세제 잔류물질의 위해와 환경오염을 극복하기 위해 친환경 세제의 사용이 권장되고 있다.

그 동안 우리나라의 원유 중 미생물 오염 실태와 개선을 위한 연구는 김(1968), 고(1970), 김과 전(1972), 김과 김(1977), 김과 김(1980), 이 등(1983), 정 등(1984), 허(1984), 김과 정(1993), 허와 김(1996)등이 여러 방향에서 조사 분석하여 보고하였고 각종 심포지엄에서 우리나라의 원유 품질 개선 방향에 대해 깊이 논의 되어왔다. 그러나 화학세제의 안정성 문제를 해결하기 위해 친환경 세제가 개발・사용되고 있지만 그에 따른 연구는 일부 유가공업체를 제외한 낙농 농가에서는 깊이 조사 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 착유농가의 기존 화학세제와 친환경세제를 사용 후 냉각기 및 착유기의 미생물학적・이화학적 분석을 통해 농가의 착유기 잔류 세균 및 잔류 성분을 파악하여 환경오염의 예방과 더불어 앞으로 소비자가 안심하고 애용할 수 있는 친환경 고품질의 원유를 생산하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

시험장소

본 시험은 지역 및 착유환경의 차이를 고려하여 오수, 남원, 안성, 천안 및 온양에 위치한 낙농 농가를 대상으로 하였다. 착유시설의 형태는 오토텐덤식(Auto-Tandem) 2농가, 파이프라인식(Pipe-Line) 3농가의 총 5농가로 이루어졌다.

시험 대상

시험 대상은 최종 세척 후 배출된 착유기, 냉각기의 세척수와 착유기 라이너 내부로 나누어 실시하였으며, 세척수는 미생물과 잔류물질을 분석하였고 라이너 내부는 미생물 분석만 실시하였다. 착유농가의 착유기 및 냉각기의 세척방법은 Fig. 1과 같다. 모든 농가는 자동 세척기를 이용하여 하루 2회로 나누어 착유 및 집유 전・후 가동하였으며, 착유직전 40°C의 온수를 이용하여 6분간 예비세정을 하였다. 세정 후 알칼리세제의 세척효과를 높이기 위해 75~85°C에서 12분간 세척하여 헹굼을 하였으며, 다시 산성세제를 사용하여 세척한 후 최종 헹굼을 실시하였다. 각 농가의 세척수로 사용된 물의 미생물 및 화학적 분석결과는 Table 1에 나타내었다.

관행세제 및 친환경세제

본 실험에 사용된 관행세제는 농가에서 기본적으로 사용하는 낙농세제로써 일반가정에서 사용하는 중성세제와는 다르며 원유의 복잡한 오물과 미생물을 효율적으로 제거하기 위해 화학세제인 알칼리세제(NaOH) 및 산세제(H_2PO_4)를 사용하였다. 친환경세제로 사용된 식품첨가물인 Sydos OF®

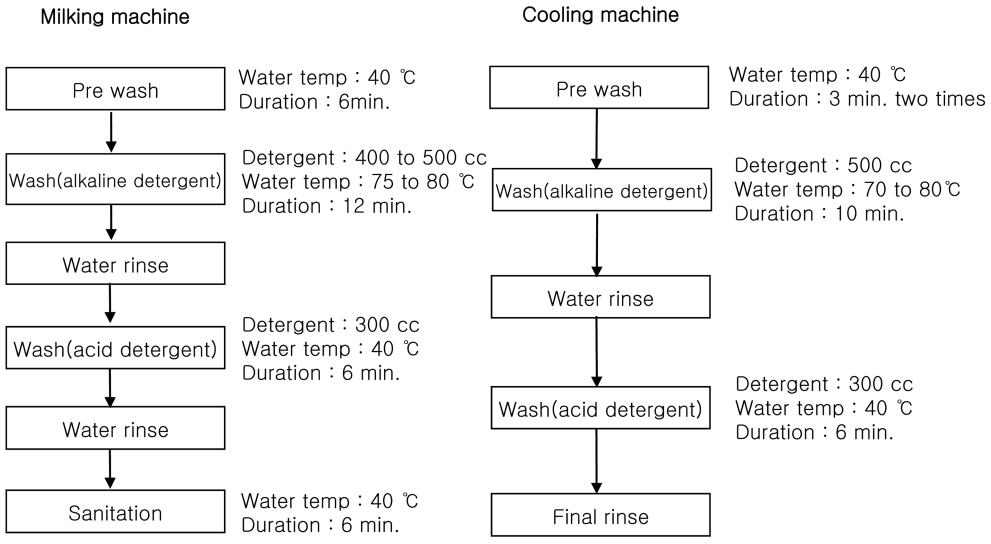

Fig. 1. Basic steps in cleaning milking installation at dairy farms.

Table 1. Composition of microorganism and physico-chemistry in washing water at each area

Item	Area				
	Osu	Namwon	Anseong	Onyang	Cheonan
Total colony counts, CFU/ml	3.6 × 10	2	1.0 × 10	N	N
Thermoduric bacteria, CFU/ml	N[1)]	N	N	N	N
Coliform, CFU/ml	N	N	N	N	N
E-coli, CFU/ml	N	N	N	N	N
Fecal coliform, CFU/ml	N	N	N	N	N
Staphylococcus aureus, CFU/ml	N	N	N	N	N
Fecal *streptococcus*, CFU/ml	N	N	N	N	N
Pesudomonas aeruginosa, CFU/ml	N	N	N	N	N
Yersinia, CFU/ml	N	N	N	N	N
pH	6.3	6.9	6.9	6.6	6.5
NO_3-N, mg/L	3.6	6.5	36.6	31.8	43.6
SO_4^+, mg/L	1	1	5	4	7
Cl^-, mg/L	3	2	10	19	0
Cl, mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	14
Anionic surfactant, mg/L	0	0	0.07	0.1	0.16

[1)]N : Negative

Table 2. Characteristic of physical and chemical in environmental-friendly washing detergent

Item	Characteristic
Expenditure	Food additive
External appearance	Clear liquid of semiyellow color
Solubility	easy mixed by water
Density	1.28g/cm^3(20°C)
Storage temperature	0~45°C
pH	1.81(1%, 25°C)
Total acidity	26.7(HCl%)
Active acidity	16.3(HCl%)
Sulfuric acid	8.82%
Citric acid	< 50%
Hydrogen peroxide	< 10%
Phosphate contents	0.00%
Nitrate contents	0.00%
Characteristic of foam	Not exist the foam

(Daesung C&S Co., Ltd, Korea)는 식품첨가물인 산성 CIP 세척제로써 제품의 물리 화학적 특성은 Table 2와 같다.

시험설계

총 시험 기간 6주 동안 첫 3주는 기존 관행세제인 알칼리 세제와 산세제를 사용하여 착유기, 냉각기 및 착유기 라이너를 세척하였으며, 처리를 달리하여 3주는 알칼리 세제와 친환경세제를 사용하여 세척 하였다. 세척수준을 조사하기 위하여 각 처리별 시험 마지막 19, 20, 21일에 최종 세척 후 배출된 세척수를 무균 채수병으로 채취하였다. 또한 착유기 라이너 내부를 멸균된 swab을 이용해 시계방향으로 10회 닦은 후 0.1% peptone수에 보관하였으며, 채취된 모든 샘플은 아이스박스를 이용해 보관 운반하여 신속히 분석을 실시하였다.

시험방법

미생물학적 분석

착유시설의 위생상태를 보기위한 미생물학적인 분석으로 총균수(Total colony counts), 대장균(*Escherichia coli*), 대장균군(Coliform) 및 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은 세척수 1 ml과 9 ml의 0.85% NaCl 희석배지에 단계별 십진 희석하여 각 조건에 적합한 petri film (3M petri film, USA)에 1 ml 분주하여 37°C incubator에서 24~48시간 배양한 후 형성된 집락을 계수 또는 음성과 양성으로 판별 하였다. 또한 분원성 대장균군(Fecal coliform), 분원성 연쇄상구균(Fecal *streptococcus*), 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 및 여시니아균(*Yersinia*)은 각 특성에 적합한 추정배지와 확정배지를 사용하여 1차와 2차 결과를 종합하여 음성 또는 양성으로 판별하였다.

이화학적 분석

착유기 및 냉각기 세척수를 채취 즉시 pH meter (Mettler ToLeDe GMbH 8603, Sch- werzenbach, Switzerland)와 휴대용 colorimeter (Pocket colorimeter analysis system, HACH, USA)를 이용하여 pH 및 잔류염소를 측정하였다. 질산성질소(NO_3-N), 황산이온(SO_4^+) 및 염소이온(Cl^-)농도는 용리액

인 0.5M Na_2CO_3와 표준용액을 제조하여 ion chromatography (DIONEX ICS-3000, USA)기기를 이용하여 분석하였다. 또한 음이온 계면활성제 분석은 수질오염공정시험법의 methylene blue법(環境部. 1991)에 준하였다.

결과 및 고찰

착유설비에 따른 미생물 분포

Table 3은 착유를 마친 착유기를 대상으로 관행세제 및 친환경세제를 사용하여 각각 세척 종료 후 배출된 세척액내 미생물 분포상태를 분석한 결과를 나타내었다. 모든 지역의 낙농목장에서 대장균, 대장균군, 황색포도상구균, 분내대장균군, 녹농균 및 여시니아균은 발견되지 않았으며, 총균수는 1.26~5.47 CFU, $1log_{10}$/ ml으로 다양하게 나타났다. 그 중 화학세제를 사용한 착유기 세척수(1.36~5.47 CFU, $1log_{10}$/ml)는 친환경 세제를 사용한 착유기 세척수(1.26~4.06 CFU, $1log_{10}$/ml)와 비교하여 큰 차이의 미생물 분포 상태를 나타내었다. 하지만 반복간 편차로 인해 처리간 유의적인 차이를 설명할 수 없으며, 편차가 큰 이유는 자동 착유기의 원활한 작동이 이루어지지 않거나 원유의 품질에 관계되는 세제 투입량, 유속, 세척수 투입량 및 세척시간 등이 세척기의 정상적인 운영에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다(서울우유, 1997).

Table 3. Influence of flushing of environmental-friendly washing detergent on microbes in final washing water washed of milking machine

Treatment	Microbes(CFU, log_{10}/ml)				
	Osu	Namwon	Anseong	Onyang	Cheonan
	……Total colony count……				
CWD[1)]	4.27	1.36	5.47	2.26	3.28
EWD[2)]	4.06	1.26	2.34	3.73	3.46
	……*Escherichia coli*……				
CWD	NG[3)]	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Coliform……				
CWD	1.11	NG	NG	NG	NG
EWD	0.67	NG	NG	NG	NG
	……*Staphylococcus aureus*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Fecal coliform……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Fecal *streptococcus*……				
CWD	NG	NG	NG	P[4)]	NG
EWD	NG	NG	NG	P	NG
	……*Pseudomonas aeruginosa*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Yersinia*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG

[1)]CWD: Chemical washing detergent
[2)]EWD: Environmental-friendly washing detergent
[3)]NG: No growth plates
[4)]P: Positive

오수에 위치한 낙농목장의 경우, 총균수가 4.27 및 4.06 CFU, $1log_{10}$/ml로 관행세제처리구와 친환경세제처리구가 비슷하게 나타났으며, 남원, 온양 및 천안의 목장과 비교하여 높은 미생물 분포를 나타냈다. 이러한 원인은 겨울철 외부기온이 떨어지면서 알칼리세제에 포함된 차아염소산나트륨이 동결되어 세제라인이 막혀 세척시 세제가 제대로 투입되지 않은 것으로 파악되었다. 특히, 화학세제 중 알칼리세제는 냉암소에 보관해야하는 특성으로 제품 내부의 소비량을 확인할 방법이 없으므로 세제가 정상적으로 투입되는지 여부를 쉽게 파악하지 못하는 문제점이 발견되었다. 이러한 문제점은 원유의 품질과 직접적인 연관이 있으며 착유 세척기 고장 당시 3등급의 원유가 고장 수리 후 1등급으로 원유 품질이 향상되었다. 온양에 위치한 낙농목장은 친환경세제 사용시 총균수가 3.73 CFU, $1log_{10}$/ml으로 화학세제 사용의 2.26 CFU, $1log_{10}$/ml보다 높게 나타났으며, 분내연쇄상구균 또한 모든 처리구에서 양성으로 나타났다. 이러한 이유는 조사결과, 알칼리 세제를 사용하지 않고, 산성세제인 친환경세제만을 단독으로 사용했기 때문에 착유기구의 살균효과가 현저히 낮아진 것으로 생각된다. 김 등(1980)은 원유 품질 차이의 요인은 축사 구조, 청소상태, 착유기구의 청결 및 관리방법, 착유자의 착유 및 원유관리 방법 등에 기인한다고 하였으며, Marth와 Frazir(1957)는 불결한 착유기구가 원유의 오염원이라고 보고 하였다. 또한 Hartly 등(1969)은 미생물의 주된 오염원은 불결한 착유기구 때문이라고 지적한 것과 같이 세제의 종류에 따른 세척효과는 중요한 요소라고 볼 수 있다.

집유를 마친 냉각기를 대상으로 관행세제 및 친환경세제를 사용하여 각각 세척 종료 후 배출된 세척액내 미생물 분포상태를 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 냉각기의 총균수 분포에서는 화학세제 처리구는 천안 낙농목장에서 4.67 CFU, $1log_{10}$/ml로 가장 높게 나타났으며, 천안 목장을 제외하고 불검출 ~2.37 CFU, $1log_{10}$/ml로 착유기 세척수보다 총균수 분포가 낮게 나타났다. 또한 총균을 제외한 대장균, 대장균군, 포도상구균, 분내대장균군, 분내 연쇄상구균, 녹농균 및 여시니아균은 모든 처리구에서 검출되지 않았다.

허 등(1996)에 의하면 착유기의 분해 세척 방법에 따라 총균수, 내열성균, 저온성균 및 대장균군이 90%이상 감소했다는 결과를 보고했으며 이는 세척방법에 따라 유질개선에 중요한 과정이라고 볼 수 있으며, 착유기의 구조가 복

잡한 것이 미생물 제거에 불리한 원인이 된 것으로 판단되었다. 마찬가지로 본 연구에서도 착유기보다 냉각기의 구조가 훨씬 단순하고 세척액 분사에 직접 영향을 받기 때문에 세척시 미생물 제거에 유리한 것으로 생각된다.

젖소의 유두와 직접 접촉하는 착유기 라이너를 최종 세척 후 멸균 swab을 이용해 표면 미생물을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 모든 지역의 낙농목장에서 공통적으로 총균수를 제외한 미생물 분포에서 음성으로 나타났으며, 이러한 결과는 친환경세제의 사용효과는 화학세제사용과 비교하여 비슷한 세척효과를 나타낸 것으로 생각된다. 총균수의 경우, 산성세제인 친환경세제를 단독으로 사용한 안성낙농 목장에서 관행세제의 1.04 CFU, $1og_{10}$/ml와 비교하여 친환경세제 사용시 2.25 CFU, $1og_{10}$/ml로 오히려 증가하였지만, 다른 지역의 낙농목장은 관행세제 처리구와 비교하여 비슷하거나 오히려 낮은 미생물 분포를 나타내었다.

Table 4. Influence of flushing of environmental-friendly washing detergent on microbes in final washing water washed of cooling machine

Treatment	Microbes(CFU, log_{10}/ml)				
	Osu	Namwon	Anseong	Onyang	Cheonan
	……Total colony count……				
CWD[1)]	2.08	2.16	0.18	4.67	1.59
EWD[2)]	0.30	2.37	1.25	1.78	NG
	……*Escherichia coli*……				
CWD	NG[3)]	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Coliform……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Staphylococcus aureus*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Fecal coliform……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Fecal *streptococcus*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Pseudomonas aeruginosa*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Yersinia*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG

[1)]CWD: Chemical washing detergent
[2)]EWD: Environmental-friendly washing detergent
[3)]NG: No growth plates

세척수 잔류물질

Table 1에서 조사된 결과와 같이 오수 및 남원의 경우, 착유기 및 냉각기 세척수로 사용한 용수는 수질기준에 적합한 것으로 나타났으며, 안성, 온양 및 천안의 용수는 질산성 질소가 각각 36.6, 31.8 및 43.6 mg/l로 먹는물 수질기준치인 10 mg/l을 초과한 것으로 나타났다. 최근 과도한 화학비료를 사용하는 농업이나 밀집화된 축산에 의해 지하수의 질산성 질소 오염이 심각한 환경문제로 인식되고 있다. 가축분뇨 및 축산 폐수 등은 농업활동에서 발생되는 대표적 비점오염(Non-point source)이며(U.S. EPA, 1996), 소규모로 널리 분포하고 있어 환경에 미치는 영향은 적지 않다(이와 배, 2002; 환경부, 2003). 세척에는 항상 물의 존재가 불가결함은 물론 위생적인 용수는 원유의 품질에 큰 영향을 미친다. 따라서 잔류물질에 대한 문제점을 해결하기 위해서 세척수로 사용되는 용수를 먹는물 수질기준에서 관리되어져야 할 것이다.

Table 5. Influence of flushing of environmental-friendly washing detergent on microbes in milk machine liner

Treatment	Microbes(CFU, log_{10})				
	Osu	Namwon	Anseong	Onyang	Cheonan
	……Total colony count……				
CWD[1)]	2.83	1.45	1.04	2.11	2.81
EWD[2)]	2.45	NG[3)]	2.25	2.57	1.48
	……*Escherichia coli*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Coliform……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Staphylococcus aureus*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Fecal coliform……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……Fecal *streptococcus*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Pseudomonas aeruginosa*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG
	……*Yersinia*……				
CWD	NG	NG	NG	NG	NG
EWD	NG	NG	NG	NG	NG

[1)]CWD: Chemical washing detergent
[2)]EWD: Environmental-friendly washing detergent
[3)]NG: No growth plates

각 지역별 세척후 배출된 세척수의 잔류물질 결과는 Table 6에 나타내었다. pH 농도는 남원의 착유기 세척수에서 관행세제 및 친환경세제 모두 각각 4.09, 3.3을 나타내었으며, 냉각기 세척수에서는 오수와 천안의 목장에서 3.8~5.2의 낮은 pH를 나타냈다. 염소이온과 잔류 염소는 모든 지역의 착유기 및 냉각기 세척수에서 ND~23.3 mg/l을 나타내 기준치인 250 mg/l보다 낮은 수치를 나타냈다. 질산성질소는 안성, 온양, 천안에서 관행세제처리구 및 친환경세제처리구

Table 6. Influence of flushing of environmental-friendly washing detergent on remaining substance in milking installation

Treatment	Osu	Namwon	Anseong	Onyang	Cheonan
Milking machine					
			·····pH·····		
CWD[1)]	6.6 ± 0.2	4.9 ± 2.6	8.5 ± 0.1	7.4 ± 0.5	7.1 ± 0.4
EWD[2)]	6.2 ± 0.2	3.3 ± 0.4	8.5 ± 0.1	7.2 ± 0.1	6.7 ± 0.3
			·····Cl^-, mg/l·····		
CWD	4.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	15.0 ± 0.0	22.3 ± 2.1
EWD	3.0 ± 0.0	2.7 ± 0.6	10.7 ± 0.6	15.0 ± 0.0	23.0 ± 0.0
			·····NO_3-N, mg/l·····		
CWD	2.3 ± 2.0	7.0 ± 0.1	36.8 ± 1.0	44.3 ± 1.1	75.7 ± 67.1
EWD	1.8 ± 0.4	6.0 ± 0.1	36.7 ± 0.2	43.6 ± 1.5	44.1 ± 0.1
			·····SO_4^+, mg/l§·····		
CWD	7.7 ± 1.2	21.0 ± 17.5	5.7 ± 0.6	12.7 ± 5.0	2.0 ± 0.0
EWD	7.7 ± 0.6	37.0 ± 10.4	6.0 ± 0.0	11.0 ± 1.0	9.0 ± 0.0
			·····Anionic surfactant, mg/l·····		
CWD	2.4 ± 0.4	3.0 ± 1.4	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	ND
EWD	0.1 ± 0.0	ND[3)]	ND	0.1 ± 0.0	ND
			·····Cl, mg/l·····		
CWD	ND	ND	ND	ND	ND
EWD	ND	ND	ND	ND	ND
Cooling machine					
			·····pH·····		
CWD	5.2 ± 1.6	7.1 ± 0.1	7.8 ± 0.1	6.9 ± 0.2	4.3 ± 2.2
EWD	3.8 ± 1.3	6.0 ± 0.1	7.7 ± 0.1	7.1 ± 0.0	4.6 ± 1.5
			·····Cl^-, mg/l·····		
CWD	3.7 ± 1.2	3.0 ± 0.0	9.7 ± 0.6	15.0 ± 0.0	20.7 ± 1.2
EWD	3.3 ± 0.6	2.0 ± 0.0	9.3 ± 0.6	15.0 ± 0.0	23.3 ± 0.6
			·····NO_3-N, mg/l·····		
CWD	4.1 ± 0.1	7.0 ± 0.1	37.0 ± 0.5	44.6 ± 0.7	225.3 ± 152.5
EWD	3.8 ± 0.2	4.8 ± 1.2	35.5 ± 0.9	45.3 ± 0.5	40.5 ± 6.0
			·····SO_4^+, mg/l·····		
CWD	17.3 ± 11.4	6.0 ± 5.1	5.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
EWD	32.0 ± 19.3	7.0 ± 0.6	6.3 ± 0.6	8.3 ± 0.6	21.3 ± 2.1
			·····Anionic surfactant, mg/l·····		
CWD	113.6 ± 19.7	2.1 ± 2.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	ND
EWD	1.0 ± 0.1	ND	ND	ND	ND
			·····Cl, mg/l·····		
CWD	ND	ND	ND	ND	ND
EWD	ND	ND	ND	ND	ND

[1)]CWD: Chemical washing detergent
[2)]EWD: Environmental-friendly washing detergent
[3)]ND: Not detect

모두에서 기준치를 초과하였으며, 세척에 사용한 용수가 원인인 것으로 판단된다. 지하수가 오염 된 이유는 가축 분뇨의 14N 질소 동위원소 분할효과와 휘산 때문이라고 보고하였으며(고 등, 2005), 가축 분뇨에 오염이 되면 질소의 형태 변화는 NH_3에서 시간이 지속될수록 미생물에 의해 산화되어 NO_2^-N의 형태를 거쳐 NO_3^-N형태로 변하게 된다. 따라서 세척 후 착유기 및 냉각기의 잔류 세척수는 원유의 품질에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 또한 화학세제로 사용되는 질산 및 인산 원료는 지하수로 유입되거나 수계로 유입되어 부영양화(Eutrophication)의 오염 가능성이 문제시되며(Hollen 등; Parry, 1998; Krapac 등, 1998) 앞으로 질산성 질소의 오염규명과 세제사용규제를 위한 방안이 필요할 것으로 생각된다. 음이온계면활성제의 농도는 오수와 남원지역의 세척수에서 기준치 보다 높은 농도를 나타냈으며, 친환경세제 사용처리구에서는 기준치보다 낮은 결과를 나타냈다. 특히 오수지역의 냉각기의 세척수는 비록 친환경세제 처리구에서 1.0 mg/l으로 기준치를 초과하였지만, 관행구보다 현저히 낮은 농도를 나타내 잔류 계면활성제를 감소시키는 것으로 나타났다. 따라서 친환경세제는 잔류 계면활성제로 인한 우유의 특이취 예방할 수 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서 친환경 세제의 관행 세제 대체 시 소비자의 우유에 대한 보다 높은 안전성 확보와 착유기기의 부식이나 환경오염을 줄일 수 있다. 친환경 세제의 세척 및 살균효과가 기존의 관행세제와 비교해서 미생물 성상에서 큰 차이가 없었으며 잔류성 문제에서 효과가 입증되었다. 따라서 원유 위생의 향상에 기여 및 유질 향상에 필요하며 목장 HACCP에 적용하여 고품질 친환경 원유 생산이 가능할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 젖소 착유농가를 대상으로 착유 및 집유 후 친환경세제를 사용하여 세척효과에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. 착유환경이 다른 5지역의 농가를 대상으로 총 시험 기간 6주 동안 첫 3주는 기존 관행세제인 알칼리 세제와 산세제를 사용하여 착유기, 냉각기 및 착유기 라이너를 세척하였으며, 처리를 달리하여 3주는 알칼리 세제와 친환경세제를 사용하여 세척 하였다. 또한 착유기 라이너 내부를 멸균된 swab을 이용해 시계방향으로 10회 닦은 후 0.1% peptone수에 보관하였으며, 채취된 모든 샘플은 아이스박스를 이용해 보관 운반하여 잔류세균 및 잔류물질 분석을 실시하였다. 미생물 분포는 모든 지역의 착유농가에서 대장균, 대장균군, 황색포도상구균, 분내 대장균군, 녹농균 및 여시니아균이 발견되지 않았으며, 총균수는 관행세제 사용과 비교하여 차이가 없었다. 따라서 친환경세제의 세척효과는 관행세제와 비교하여 비슷한 세척효과를 나타낸 것으로 조사되었다. 세척수 잔류물질은 안성, 온양 및 천안의 젖소 착유농가의 세척수로 사용한 용수에서 질산성 질소가 기준치를 초과하였으며, 세척수의 잔류물질에서도 높은 농도를 나타냈다. 특히 원유의 특이취와 밀접한 관계가 있는 음이온계면활성제의 농도는 관행세제를 사용한 오수와 남원지역의 세척수에서 기준치보다 높은 농도를 나타냈으며, 친환경세제 사용 처리구에서는 기준치보다 낮은 결과를 나타냈다. 따라서 본 연구에서는 친환경세제를 젖소 착유농가의 착유기 및 냉각기의 세척제로 사용하였을 때, 관행세제와 비교하여 세척효과가 비슷한 것으로 조사됐다. 또한 세척제 사용뿐만 아니라, 위생적인 착유장비 및 세척에 사용되는 용수 관리가 고품질 원유생산에 중요한 영향을 줄 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Hambrueus, L.: The Significant of mother's milk and breast-seeding for development and later life. *Bibl Nutr Dieta*, **31**, 1-16 (1982).
2. Hartly, J.C., Vadamuthu, E.R. and Reinhold, G.W.: Bacteriological method for evaluation of raw milk quality. A. review. *J. Food Protect*, **32**, 4-15 (1969).
3. Hollen, B.F., Owens, J.R. and Sewell, J.I.: Water quality in a stream receiving dairy feedlot effluent. *J. Environ Qual*, **11**, 5-9 (1992).
4. Krapac, I.G., Dey, W.S., Smyth, C.A. and Roy, W.R.: Impacts of bacteria, metals, and nutrients on groundwater at two hog confinement facilities. Proceeding 5. of the National Ground Water Association Animal Feeding Operations and Ground Water: lssues, Impacts, and Solutions-A Con-ference for the Future, St. Louis MO, pp. 29-50 (1998).
5. Marth, E,H. and Frazier, W.C.: Bacteriology of milk held at farm cooling tank. *J. Milk Food Technol*., **20**, 93-95 (1957).
6. Parry, R.: Agricultural phosphate and water quality: a U.S. Evironmental 8. Protection Agency perspective. *J. Environ. Qual*., **27**, 258-261 (1998).
7. U.S. Environmental Protection Agency: Environmental indicators of water quality in the United States. EPA 841-R-96-002. Office of Water, Washington, DC (1996).
8. 고준수: 우유 사육 농가별 원료유 품질에 관한 연구, 한국축산학회지, **12**, 315-320 (1970).
9. 고한종, 최홍림, 김기연: 질소 동위원소비를 이용한 관행농업과 유기농업에서의 질산태 질소 오염원 구명, 한국동물자원과학회지, **47**, 481-490 (2005).
10. 김대중, 정충일: 국산 원유의 미생물학적 품질 개선에 관한 연구, 한국낙농학회지, **15**, 95-102 (1993).
11. 김종우: 대전지방 우유에 대한 L.T.L.T. 살균법의 적용에 관한 연구, 한국축산학회지, **10**, 114-117 (1968).
12. 김종우, 김용국: 여과 처리가 우유의 및 세균함량에 미치는 영향, 한국축산학회지, **19**, 219-324 (1977).
13. 김종욱, 김내수: 원유의 유질개선에 관한 기초연구, 한국축산학회지, **27**, 477-486 (1980).
14. 김영교, 전문진: 우유생산과 유질향상에 관한 기초연구, 고대농림논총, **13**, 129-140 (1972).

15. 이종택, 박승용, 권일경, 김현욱: 한국산 납유원유의 품질에 관한 연구, 한국낙농학회지, **5**, 14-21 (1983).
16. 이현동, 배철호: 비점오염원 배출특성과 저감을 위한 최적관리방안, 한국물환경학회지, **18**, 569-606 (2002).
17. 이희수, 이명헌, 정갑수, 조병훈, 이광직, 이승환, 김정임, 김문배, 박종명, 조준형, 김옥경: 메틸렌블루 비색법을 이용한 원유중 음이온 계면활성제의 분석, 한국수의보건공중학회지, **25**, 253-256 (2001).
18. 정충일, 배인휴, 강국희, 이재영: 생유의 취급 조건에 따른 세균수의 변화, 한국낙농학회지, **6**, 53-61 (1984).
19. 허강칠: 우유생산농가의 냉각 저장 설비에 따른 우유의 품질 변화, 한국낙농학회지, **6**, 62-70 (1984).
20. 허정원, 김영주: 착유과정이 원유의 미생물 품질에 미치는 영향, 한국낙농학회지, **18**, 65-70 (1996).
21. 환경부: 우리나라의 비점오염원 관리정책방향, p. 154 (2003).