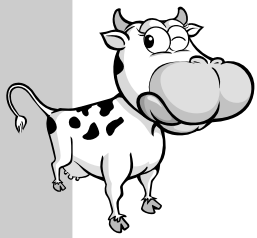


유질 개선과 미생물(Ⅱ)

— 편 집 실 —

소비자중심의 고품질우유의 생산이 소비시장의 확대에 가장 기본적인 명제 로써 「고품질우유의 생산」을 연재하고자 한다. 이 책의 원문은 일본 낙농저널증간호로써 한국어 판은 한경대학교 최일신 교수님과 남기택 교수님이 편역하여 국립한경대학교 낙농기술지원센터에서 발행한내용이다.





2. 세균 오염에 의한 유질 변화

우유는 단백질, 지방, 당류, 미네랄, 비타민 등이 물속에 emulsion상태로 녹아 있기 때문에 미생물에 있어서는 배양기가 된다. 더욱이 우유는 거의 중성의 pH영역의 식품이기 때문에 거의 모든 세균이 잘 발육하는 이상적인 환경을 갖추고 있다. 세균의 종류에 따라 유중의 어느 성분을 분해하는가는 차이가 있지만, 저온세균의 group은 단백질이나 지방을 잘 분해한다. 또한 장내세균과의 균이나 유산균은 우유중의 탄수화물인 유당을 잘 분해한다.

1) 단백질의 분해

유단백질은 저온세균이 생성하는 단백질 분해효소(protease)에 의해 가수분해되어 peptone, polypeptide로 되고 게다가 아미노산까지로도 분해, 아미노산은 탈아미노 작용이나 탈 탄산작용에 의해 부패 생성물인 유화수소, 암모니아, 각종 amine을 생성, 우유의 향에 막대한 영향을 준다. 이들 단백질 분해효소의 작용을 받은 생유는 분해생성물 때문에 쓴맛, 불쾌한 냄새, 이상냄새 등이 난다. 저온 생성균이 생성하는 단백질 분해효소는 비교적 저온에서 잘 생성되지만, 이 중에는 내열성을 나타내는 효소도 있는 것으로 알려져 있다. 이같은 내열성의 효소가 생성된 우유를 UHT 살균해도 효소가 잔존하여 살균유의 보존기간 중에 단백질을 분해하여 이상풍미나 껌화의 원인이 될 가능성도 있다.

2) 지방의 분해

저온세균의 거의 모든 균종은 단백질 분해효소와 동시에 지방분해효소(lipase, esterase)까지도 생성한다. 우유의 지방은 작은 지방구가 되어 물에 분산되어 있기 때문에 효소작용을 받기 쉽다. 지방이 lipase의 분해작용을 받으면 락산, 카프론산, 카프릴산 등의 지방산을 생성, 이것이 ester화함에 따라 생유에 지방변패 냄새나 과일냄새를 발생한다.

3) 탄수화물의 분해

저온세균 group의 세균은 일반적으로 단백질이나 지방을 잘 분해하지만 탄수화물에 대해서는 분해성이 약하다. 탄수화물을 잘 분해하는 균종은 중온세균의 group에 속하는 장내세균이나 유산균이다. 장내세균이나 유산균은 우유중의 유당을 잘 분해하여 유산, 초산, 탄산가스를 생성한다. 대장균을 대표하는 이 장내세균은 일반적으로 분변, 토양, 그리고 착유기구 등에서 서식하여 생유의 오염원이 되고 있다. 그러나, 벌크 냉각기 저장생유와 같은 저온에서는 이들

세균은 발육이 늦기 때문에 급격하게 증가하는 일은 없지만 파이프라인의 각부나 착유기구, 특히, 착유기의 고무바킹이 세척 불량인 경우에 여기에 우유가 잔존하여 이들 세균이 증식하고 있는 경우가 많다.

3. 착유기구 세정살균의 의의

1) 세정 의의

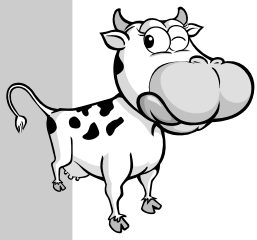
사람이 생활하는데 있어 세정이나 살균을 하는 행위는 여러 곳에서 볼 수가 있다. 생산된 생유가 세균학적으로 고품질인 것이라도 이것을 보존하는 기구나 기계가 청결한 것이 아니라면 바로 세균에 오염되게 된다. 왜 세정이 필요한가를 생각해 보면

- ① 세균이 적은 식품생산이 제 1의 목적이지만 이것은 동시에 병원성 미생물로부터의 위험을 방지하는 것도 된다.
- ② 세정에 의해 기구나 기계와의 접촉면의 재질악화를 방지한다.
- ③ 세정에 의해 미관을 유지하고 감각적인 품질을 유지한다.
- ④ 건조보관을 행하는 경우, 물기제거를 잘하여 미생물에 수분의 공급을 차단세균의 전식을 방지한다.

낙농에 있어서 세정은 세정체의 미관유지, 기계의 보수관리, 보건위생과 품질유지에 중점을 두고 있다. 세정의 대상이 되는 오염은 토사, 분진, 미생물 그리고 잔유성분이나 유석(乳石) 들이다.

<표 2> 저온 저장유의 저온세균의 증식과 초기 균수와의 관계

농가 번호	저온 세균수		농가 번호	저온 세균수	
	착유 3시간후	3~5℃ 72시간보존 후		착유 3시간후	3~5℃ 72시간보존 후
착유기구 등이 살균이 완전한 경우			살균이 불완전한 경우		
1	0	400	7	580	4,640,000
2	7	104	8	1,340	1,500,000
3	14	3,400	9	1,500	7,300,000
4	28	11,000	10	9,600	29,000,000
5	70	7,000	11	12,700	1,400,000
6	204	5,600	12	6,400	14,700,000



세정에 의해 미생물의 대부분은 제거 할 수 있지만, 완전히 제거하기는 곤란하다. 특히, 세정이 미생물 억제제의 수단으로서 중요시 되는 것은 기구류에 부착하고 있는 미생물의 영양분의 제거에 있다.

<표 2>에서는 착유기구의 세정 불량과 세균의 증식관계를 조사한 것이지만 잘 세정되고, 초기 균수가 적은 기구를 사용하고 또한, 저온에서 보존한 생유에서는 저장후의 세균수가 적고 세정의 효과가 충분히 인정된다.

2) 낙농기구류의 오염 종류와 특징

낙농가에서 사용하는 착유처리 기구에는 몇가지 종류가 있고, 또한 그 사용조건도 다르기 때문에 그 오염의 실태도 다양하다. 그러나, 착유기구 오염의 가장 중요한 것은 유성분이다. 신선한 우유의 단백질은 물에 쉽게 확산, 용해되어 있지만 열이나 산의 작용을 받으면 간단히 변질되어, 물에 불용성으로 된다. 이같이 불용화 한 단백질도 묽은 알칼리성 세제에는 쉽게 용해되지만, 묽은 산용액에는 용해되기 어렵다. 따라서, 이같은 오염에 대해서는 알칼리용액에 계면활성제를 첨가하거나 폴리인산염 같은 분산제가 들어간 알칼리용액을 사용하면 쉽게 제거 할 수 있다.

지방은 직경 3 μ m 정도의 지방구조로서 우유의 에멀션(emulsion)을 형성하고 있기 때문에 냉수로 우유를 헹구면 확산되어 제거할 수 있다. 그러나, emulsion이 파괴되는 조건에 처해지면 불용성의 피막을 형성하여 불용화 된다. 이 같은 상태의 지방에 대해서는 강한 알칼리성 세제를 이용 고온에서 처리하여 Gel화 하던가 유화제를 이용 제거하게 된다.

생유에 함유되는 무기물은 물에 쉽게 녹기 때문에 세정시에 특히 문제가 되는 경우는 적다. 그러나, 가열된 우유성분이나, 물의 경질 성분과 알칼리성 물질 등이 원인이 되어 여러 불포화물을 형성하는 경우가 많다.

생유성분과 알칼리성 물질 등이 원인이 되어 여러 불용화물을 형성하는 경우가 많다. 생유성분의 단백질, 유당, 지방, 무기물이 겹쳐져 기구의 스테인리스면에 건조상태로 가볍게 형성되는 피막은 비교적 제거되기 쉬운 오염으로 더운물로 쉽게 제거할 수 있다. 그러나, 이 유막(乳膜)도 빨리 제거하지 않으면 유(乳)스케일로 이행한다. 유스케일은 단백질과 칼슘이 결합한 점질물이 물의 경수 부분인 탄산칼슘과 결합한 것이고, 이를 제거하는데에는 알칼리세제 이외에 산성 세제를 사용할 필요가 있다.

우유를 연속가열 처리하거나 알칼리세제만을 장기간 사용하면 단백질, 지방 그리고 칼슘

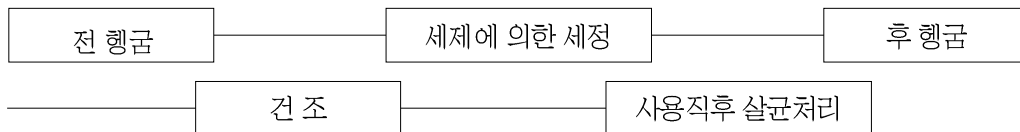
이나 마그네슘 등이 단단히 결합하여 물이나 약알칼리액에는 불용의 유석(乳石)이 된다. 이 유석을 제거하는데는 인산, 구연산, 주석산 등의 유기산을 함유하는 약산에 의한 처리가 유효하다. 또한, 착유기구의 표면에 희박한 염소계의 살균제가 존재하는 곳에 우유성분이 부착하면 불용성의 접착성이 강한 염소화단백이 형성된다. 이 염화소화단백을 제거하는데는 알카리 세제에 유효염소농도가 100ppm 정도의 염소세제를 첨가하여 세정하거나 염소화 알칼리 세제를 이용하면 쉽게 제거할 수 있다

4. 착유기구, 벨크 냉각기의 세정, 살균

1) 착유기구의 세정과 살균

세정의 기본은 사용후의 기구류에 부착한 유성분을 신속하게 제거하는 것으로 시작된다. 그 기본은 물 또는 더운물로 헹구는 것이다. 이어서 세제를 이용하여 세정, 최후로 세제성분을 제거하기 위한 충분한 헹굼이다<그림 8>.

<그림 8> 세균과 살균의 기본



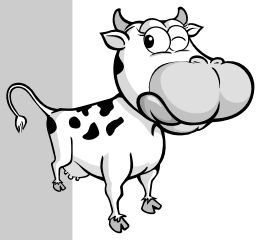
착유기구에는 여러 가지가 있지만, 여기에서는 주로 바켓스 방식의 세정에 대해 기술한다.

① 물에 의한 헹구기

착유후의 착유기나 착유기구는 즉시 디트컵이나 바켓스 표면의 커다란 오염을 브러시로 닦고, 35~45℃의 더운물을 바켓스에 넣어 이것을 디트컵으로부터 흡입시킨다. 이때 한번에 더운물을 흡입시키지 말고 디트컵을 상하로 들어올려 이른바 에어브러싱을 행하면 세정효과를 높일 수 있다.

② 세제에 의한 세정

세제에 의한 세정작업은 50~60℃의 더운물로 알카리세제를 0.3~0.5℃로 이용하여 에어브러싱을 하면서 바켓스에 세제를 흡입시키는 조작을 2~3회 반복하고, 세부를 분해하여 밀



크크로 내부, 라이나 내벽, 밀크튜브 등을 전용브러쉬를 이용 충분히 세정한다. 밀크크로우의 고무 바킹부분에는 종종 우유가 잔존하여 세균의 오염원이 되기 때문에 분해세정을 잘 행하도록 한다.

일반적으로 알칼리 세제를 이용하면 대부분의 오염은 제거할 수 있지만 염소계의 살균제와 유성분 등이 결합한 이른바 염소화 단백질막의 세정은 알칼리 세제만으로는 제거할 수 없기 때문에 염소계 살균제를 100ppm첨가한 알칼리 세제를 사용하면 효과적이다.

③ 후(後) 헹구기

세제에 의한 충분한 세정이 종료되면 부품을 재조립하여 물에 의한 후(後)헹구기를 행한다. 이것에는 청결한 더운물을 준비 에어브러싱하면서 물세척을 행한다. 잔존한 세제 성분을 우유에 넣지 않도록 해야 한다.

④ 보관

바켓스 등은 수세후 그대로 물을 잘 닦아 건조 보관하지만 착유기의 디트컵 유니트는 건조 상태 또는 침적이나 습식보관 등으로 다음 착유까지 보관한다. 보관동안 재오염이 없도록 주의할 필요가 있지만 디트컵 유니트를 0.2% 알칼리세제에 100ppm의 염소계 살균제를 첨가한 액에 침적한 상태로 보관하면 세정과 살균효과를 겸할 수 있다. 그러나, 이 경우에는 착유작업 전에 충분한 물세척을 할 필요가 있다.

⑤ 살균

착유직전에 15℃정도의 더운물로 아염소계 살균제를 100~200ppm이 되도록 첨가하여 디트컵으로부터 살균제 액을 흡입시킨다. 이때 살균제가 라이너나 밀크튜브의 각부에 최저 2분 이상 정체하도록 밀크크로 코크를 개폐시킨다.

파이프라인 시스템의 세정·살균은 자동세정 장치가 부설돼 있는 것이 일반적이기 때문에 취급설명서에 따라 세정·살균작업을 진행하게 된다. 그러나, 세제의 조합이나 농도 등에 대해서는 작업 담당자의 충분한 주의가 필요하다는 것은 말할 필요도 없고, 세제나 살균제의 농도가 과부족이 없도록 주의한다. 또한 알칼리세제와 산성세제의 작업사이클에 대해서도 기본을 지켜, 효과적인 세정, 살균을 행하도록 한다.

2) 벌크 냉각기의 세정과 살균

착유과정의 있어서 위생적인 생유가 생산되어도, 그 생유를 보존하는 벌크 냉각기가 오염되어 있으면, 생유도 품질이 저하한다.

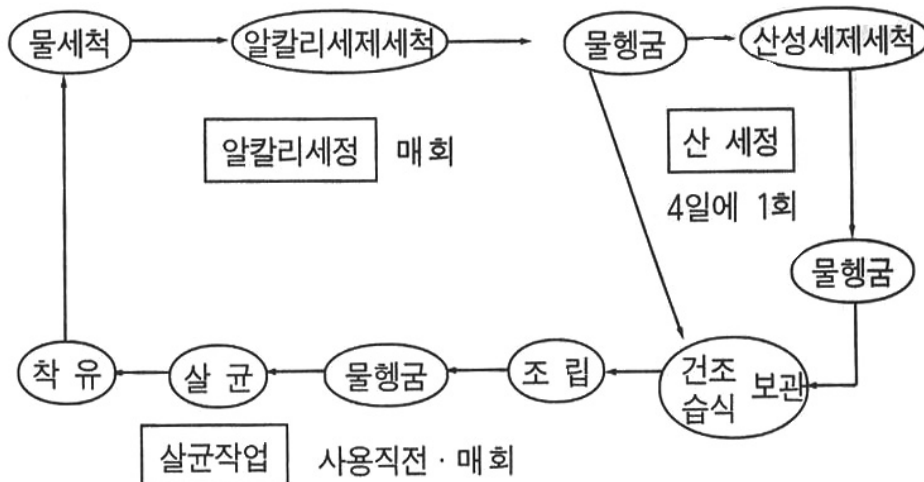
<표 3>은 벌크 냉각기 각 부에 있어서 살균오염 상황을 나타낸 것이지만 아디테더, 온도계 등 브러시 세정이 곤란한 곳에 세균이 많다는 것이 명백하다. 게다가 배유전(排乳栓)이 세균에 오염되어 있는 경우가 많기 때문에 주의해야 할 것이다.

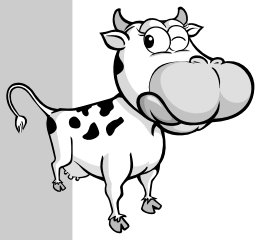
벌크 냉각기의 세정과 살균의 순서에 대해서는 <그림 9>에 나타낸 바와 같이 착유기와 똑같이, 먼저 물에 의한 전헹굼으로 시작, 세제에 의한 세정, 물에 의한 후헹굼, 그리고 사용직전의 살균 순서로 행한다.

<표 1> 벌크 냉각기 각부의 세균오염 상황

벌크냉각기 부위	시료 수	균수의 분포/ft2			
		<10,000	10,000~50,000	50,000~250,000	>250,000
벌크탱크내	323	206(63.8%)	58(18.0%)	36(11.1%)	23(7.1%)
배유전 고무바킹	150	52(34.7%)	28(18.7%)	24(16.0%)	46(30.6%)
배 유 전	284	195(68.7%)	39(13.7%)	27(9.5%)	23(8.1%)
벌크탱크벽, 아디테이터, 브릿지, 온도계	205	144(70.2%)	18(7.8%)	16(7.8%)	27(13.2%)

<그림 9> 벌크 냉각기의 세정 · 살균 작업의 기본사이클





① 물에 의한 세정

우유가 스테인리스에 부착 건조되면 단백질이 고화(固化)하기 때문에 이후의 작업이 곤란하게 된다. 따라서, 생유를 출하하면 곧바로 40~45℃의 더운물로 충분히 수세를 하는 것으로부터 시작한다. 이 작업으로 거의 모든 유성분은 제거되고, 세제에 의한 세정효과나 능률을 높일 수 있다.

② 세제에 의한 세정

일반적으로 세제에 의한 세정은 온도가 높을수록 그 효과가 높아진다. 그러나 벌크 냉각기의 경우에는 극단적으로 온도가 높으면 Thermostat, 온도계, 냉각unit를 파손하는 원인이 되기 때문에 50~60℃의 더운물에 알칼리 세제를 25%농도로 녹여 사용한다. 저온에서 사용하면 단백질이 스테인리스에 껴상으로 고착하는 염소화 단백질계의 오염물질을 제거하기 곤란

하게 된다. 이 같은 경우에는 염소화 알칼리 세제를 사용하면 효과적이다.

세정방법은 먼저 排乳栓을 막고, 폴리바켓츠에 녹인 세제액을 이용 전용브러시로 탱크 내의 세부에 걸친 세정을 한다. 특히, 브러시 세정이 곤란한 곳을 주의 깊게 세정한다. 최후로 탱크에 저류된 세정액으로 밑부분을 세정하고, 이어서 배유전을 열어 세정액을 배출, 이것을 바케스에 받아, 排乳栓, 고무바킹



등의 부속품을 세정한다. 또한, 탱크의 외벽도 똑같이 세제를 이용하여 세정하는 것을 잊어서는 안된다.

③ 산성세제에 의한 세정

별크 냉각기나 착유기구를 알칼리세제만으로 세정하면 유성분의 미네랄과 단백질, 계다가 물의 경수 성분 등이 결합하여 乳石, 乳스케일이 스테인리스 표면에 부착된다. 이 유석은 알칼리 세제만으로는 제거할 수 없다. 이것을 제거하는 데는 4일에 한번 비율로 산성세제를 사용하는 것이 바람직하다. 산성세제는 일반적으로 60~70℃의 더운물에 1%농도로 녹여, 별크 냉각기의 각 부위에 뿌려 10분 이상 방치한 후에 브러시 세정한다. 산성세제는 금속을 부식하기 때문에 산성세제를 사용한 후는 가능한 한 알카리 세제로 중화하는 것이 바람직하다.

④ 물에 의한 後세척

세제에 의한 세정이 종료되면 즉시 물로 후세척을 행하여 세제를 잘 닦아낸다. 또한 동시에 탱크 외면 벽도 충분히 수세한다.

⑤ 건조

세균의 증식을 막기 위해서는 기구류를 잘 건조하여 세균의 번식을 방지하는 것이 매우 중요하다. 별크 냉각기도 예외 없이 수세후 물기제거를 잘하여 파리 등의 곤충에 의한 제오염이 없도록 한 상태로 건조한다.

⑥ 살균

세정이 완전히 행해지면 별크 냉각기의 세균은 거의 제거되어 있지만 재사용 직전에는 살균 처리하는 것이 중요하다.

별크 냉각기의 살균은 착유개시 15분전에 행한다. 먼저 배유전을 막고, 45℃정도의 물에 살균제를 200ppm(300배)이 되도록 녹이고, 이것을 플라스틱 스프레이(분무기를 이용, 구석까지 잘 분무, 적어도 3~5분 이상 살균제에 젖도록 한다. 이후 배유전을 열어 살균제를 충분히 배출시켜 바켓츠에 회수하고 기구의 부품 등의 살균에 이용한다.

이들 일련의 물에 의한 前세척→세정→後세척→살균작업은 위생적인 우유를 생산하기 위한 일상의 작업체계이다.