

미생물과 원료유의 위생

경북대학교 농과대학 낙농학과
김 동 신

I. 서 론

젖은 포유동물이 새끼가 성장하는데 가장 이상적인 영양식품인 동시에 각종 미생물이 증식하는데 성장 조건을 갖춘 배지(medium)이다.

미생물이 자라는데 필요한 요건은 영양, 온도 그리고 수소이온농도(pH) 등이 적당하여야 하는데 유방에서 착유한 젖은 이러한 세 요건을 갖추고 있기 때문에 대부분의 미생물들이 잘 자란다.

젖이 사람에게 소비되기 위하여 각종 유제품으로 제조되어서 제공되며 따라서 젖은 이러한 유제품이 유일한 원료가 되는 것이다.

유제품의 원료가 되는 젖이 미생물의 공격을 받을때 그것이 함유하고 있는 영양성분은 다른 물질로 변하여 이미 원료유의 특성을 상실하게 된다. 즉 원료유의 유당이 변하여 유산, 알콜, 그리고 탄산가스로 전환되며 유단백질은 아미노산 혹은 암모니아로 변한다. 그러므로 유제품 또는 식품 첨가제로 사용되는 원료유는 신선하여야 하고 부패취나 미생물 대사물질이 없어야 하며 환경으로부터 소독제 및 항생물질과 같은 물질들의 유입이 있어서는 안된다.

II. 원료유의 오염 및 대책

원료유의 품질 저하에 가장 큰 영향을 미치는 박테리아의 오염을 막아야 한다. 하루에 착유를 1~2회 실시하는데 작은 규모의 목장에서 손으로 착유하나 대부분의 목장에서는 기

계를 이용하여 착유한다.

원료유의 질을 나쁘게 하는 박테리아의 오염은 유방에 있는 유두 내부, 유방 및 유두의 외부 그리고 착유에 이용되는 기구 등의 세 통로를 통과하여 이루어진다고 볼 수 있다.

1. 유두내부로부터 박테리아의 오염 및 대책

유방내에서 합성된 젖은 어떤 박테리아도 함유될 수 없으나 무균적으로 착유된 시초의 젖에 박테리아가 출현하는 것은

첫째 외부로부터 유두내에 침입한 박테리아가 유두조(teat cistern)에 상존하다가 착유때 젖에 유입한다.

두번째로 소의 혈액내에 있는 박테리아가 혈류를 따라 유방내에 들어와서 젖에 포함될 수 있다.

흔히 나타나는 박테리아는 micrococci나 streptococci 이지만 만약 소가 브루셀라병이나 결핵병에 걸리면 이들의 원인균이 젖에 오염된다. 이와 같은 이유로 매우 엄밀한 무균적 착유가 시행되더라도 다소의 박테리아는 검출되며 개체에 따라서 또는 같은 소의 유방일지라도 유두에 따라 오염의 정도가 달라질 수 있다. 즉 유두에 바로 나온 젖은 1ml당 500~1,000의 균수를 나타내나 착유기를 통과하거나 농장저류 탱크에서 시료를 채취할 때는 1ml당 1,000~10,000과 5,000~20,000의 균수를 각각 나타낸다(Table. 1).

일반적으로 착유시 처음 나오는 젖은 나중 착유되는 것보다 많은 수의 박테리아를 포함하고

Table 1. Number of microorganisms in milk by aseptic technique

| Point of sampling | Range(Total counts/ml) |
|------------------------|------------------------|
| Aseptically drawn milk | 500~ 1,000 |
| Milking machine | 1,000~10,000 |
| Bulk-milk tank(Farm) | 5,000~20,000 |

이므로 착유자는 2번 혹은 3번 젖을 유출시켜 버리는 것이 좋다. 그리고 착유가 끝난 후에는 유두안에 잔유젖이 없도록 손으로 유두를 완전히 압착하는 것이 좋다.

다른 유방내 오염은 바로 유방염에 걸린 소를 착유할 때이다. 유방염의 원인균들이 젖에 포함된다. *Str.agalactiae*는 유방에 서식할 수 있으며 *Sta. aureus*, *Str. uberis*, *Str. Dysgalactiae* 혹은 *E. coli*등이 감염균으로 나타난다. 이들 중에서 특히 *Str. uberis*와 *E. coli* 등은 환경이나 소에 널리 분포되어 존재한다.

소의 깔개나 변이 유방염 균들의 중요한 근원이 된다. 이 균들은 10°C이하의 온도에서 잘 생존할 수 있으며 생유의 온도가 15°C 일 때 다른 오염균보다는 그 생장이 느리지만 잘 자란다.

유방염 발생은 목장 경영에 있어서 심각한 경제적 손실을 초래할 뿐 아니라 유질을 저하시키므로 그 예방대책이 중요시 된다. 감염된 소는 항생제 투약 치료를 하며 투약후 72시간 내외 착유된 젖은 모두 버린다. 감염된 소를 격리시키며 위생소독을 철저히 해야 할 것이다.

감염된 소는 가능하다면 하루에 4~6회 착유를 실시하며 심하면 소를 제거한다.

Ⅲ. 유두 및 유방 외부로부터 박테리아의 오염 및 대책

소가 진흙, 밀짚, 나무 대패밥, 모래, 기타 깔개로부터 유방과 유두가 더럽혀져 있으면 착유하는 동안에 수종의 박테리아, *Micrococci*, *Enterococci*, *Bacillus*, *Pseudomonas* 등이 심하게 오염될 수 있다(Table. 2, 3).

Table 2. Initial total colony counts in bulk-tank milk samples

| Range(cfu/ml) | % |
|-------------------|-------|
| 10,000~ 100,000 | 86.44 |
| 100,000~1,000,000 | 13.56 |

소가 겨울에 마구간에 있을때 깔개를 비교적 깨끗하게 할지라도 박테리아의 수는 $10^9 \sim 10^{10}/g$ 정도로 오염되므로 더욱 위생적 관리를 요구한다. 깔개의 종류에 따라 미생물수가 달라지는데 그중 밀짚 깔개가 가장 낮은 오염상태를 보인다(Table. 4). 밀짚 깔개를 사용할지라도 유두에 심한 오염이 나타날 수 있으므로 유두는 항상 깨끗이 씻고 건조시킨 후 착유를 시도하는 것이 바람직하다. 만약 유두를 물로써 세척하고 건조시키지 않으면 오히려 씻지 않은 유두보다 젖에 더 많은 오염균이 나타난다. 가장 좋은

Table 3. Aerobic mesophilic organisms in fresh raw milk

| Micrococci | Streptococci | G ⁺ rods | Spores | G ⁻ rods |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Micrococcus</i> | <i>Enterococcus</i> | <i>Microbacterium</i> | <i>Bacillus</i> | <i>Pseudomonas</i> |
| <i>Staphylococcus</i> | Group N | <i>Corynebacterium</i> | | <i>Flavobacterium</i> |
| | <i>Str.agalactiae</i> | <i>Arthrobacter</i> | | <i>Enterobacter</i> |
| | <i>Str.dysgalactiae</i> | <i>Kurthia</i> | | <i>Klebsiella</i> |
| | <i>Str.uberis</i> | | | <i>Aerobacter</i> |
| | | | | <i>Escherichia</i> |
| | | | | <i>Serratia</i> |
| | | | | <i>Alkaligenes</i> |

Table 4. Microorganisms of bedding materials, cfu/g

| Bedding | Total | Psychrotrophs | Coliforms | Bacillus spores |
|----------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Shavings | 1.2×10^{10} | 1.1×10^9 | 8.3×10^5 | 5.4×10^6 |
| Straw | 7.4×10^8 | 9.8×10^7 | 1.8×10^5 | 1.5×10^5 |
| Sand | 5.4×10^9 | 1.4×10^9 | 3.5×10^5 | 5.0×10^6 |

Table 5. Bacteria in milk from the surface of cows teat, cfu/ml

| Treatment of teats | Total counts (10 ³) | Spores | Coliforms |
|---------------------------------|---------------------------------|--------|-----------|
| Unwashed | 7.5 | 34 | 2 |
| Washed with water, wet | 7.9 | 31 | 1.3 |
| Washed with water, dried | 4.2 | 16 | 0.5 |
| Washed with hypochloride, wet | 4.1 | 38 | 0.7 |
| Washed with hypochloride, dried | 1.5 | 14 | 0.03 |

방법은 Hypochloride로 세척한 후 건조시키는 것이다(Table. 5).

IV. 착유기 및 각종 용기로부터 박테리아의 오염 및 대책

농장에서 착유된 젖은 착유기, 파이프, 벌크 탱크 등에 접촉되면서 박테리아가 오염되고 있다. 농장에서 하루 2회 착유하므로 착유후에는 반드시 세척 및 소독하여야 한다. 착유기는 세척에 복잡한 구조를 하고 있으므로 우유 성분이 잔존하여 박테리아를 증식시킬 수 있다. 모든 기구와 용기 등은 세척 및 소독된 후 충분

히 헹구어야 한다. 가장 오염이 심하게 보이는 곳은 벌크 탱크의 출구와 착유기이며, 이곳은 사람의 눈으로 잘 볼 수 없으므로 주의 깊게 세척과 소독을 하여야 한다(Table. 6).

미생물의 처음 오염도가 유질에 나쁜 영향을 미치지만 착유된 젖을 보관하는 온도와 시일 등도 문제가 된다. 벌크탱크에 5°C로 젖을 저장하더라도 시간의 장단에 따라 내병성균의 증가가 따르게 된다(Table. 7, 8).

우유에 가장 잘 나타나는 내병성균은 *Pseudomonas* spp. 이며(50%), 그외 *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Alcaligenes* 등으로 어떤 종은 casein을 분해시키는 proteinases 혹은 지방을 분해시키는 lipases 등을 세포 밖으

Table 6. Bacterial contamination in milk equipment

| Equipment | No. of Rinses | Percentage frequency distribution of cfu/ml | | | | |
|-------------------------------|---------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | >1 × 10 ⁵ | >1 × 10 ⁶ | >1 × 10 ⁷ | >1 × 10 ⁸ | >1 × 10 ⁹ |
| Milking machines | 702 | 98.3 | 91.0 | 66.7 | 26.1 | 7.4 |
| Tank cleaned by hand brush | 284 | 77.7 | 56.2 | 26.5 | 4.9 | 1.1 |
| by automatic spray | 194 | 56.0 | 33.7 | 14.0 | 2.6 | 1.0 |
| Tank outlet plug ^a | 755 | 82.5 | 67.9 | 46.7 | 23.8 | 8.9 |

a: Results expressed as cfu per plug

Table 7. Total Bacterial counts of farm bulk tank milk at 5°C

| Farm | cfu/ml | | | |
|------|---------|---------|---------|------------|
| | 0 days | 2 days | 3 days | 4 days |
| A | 14,000 | 10,000 | 710,000 | 15,000,000 |
| B | 170,000 | 110,000 | 110,000 | 130,000 |

Table 8. Psychrotrophic counts of raw milk samples

| Range of psychrotrophic counts | No. of samples(125) |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1.0×10^3 | 19 |
| $1.0 \times 10^3 - 9.9 \times 10^3$ | 51 |
| $1.0 \times 10^4 - 9.9 \times 10^4$ | 45 |
| 1.0×10^5 | 10 |

로 분비하는데 이들 효소는 열에 저항성이 매우 강하며 살균유의 유질을 저하시키며 나쁜 맛을 나타내게 한다(Table. 9, 10, 11).

원료유의 품질 향상을 위하여 미생물학적 관리 지침을 마련하는 것이 항상 필요한 것이다(Table. 12).

Table 9. Flavor classification of raw milk samples from farm bulk tank

| Evaluated fresh (No.) (%) | After 48hr, 4°C (No.) (%) | |
|---------------------------|---------------------------|-----|
| Excellent | 1 | 0 |
| Good | 115 | 40 |
| Fair | 139 | 49 |
| Poor | 32 | 11 |
| Total | 287 | 269 |

Table 12. Quality control guidelines for microorganisms in milk

| Product | SPC/ml | Coliform/ml | PBC after 5 days at 7°C |
|-------------------|--------------------|---------------|-------------------------|
| Farm bulk milk | < 1,000 - < 50,000 | <100 - <1,000 | < 10,000 - <100,000 |
| Raw milk at plant | <50,000 - <300,000 | <100 - <1,000 | <100,000 - <800,000 |
| Pasteurized milk | < 1,000 - < 10,000 | < 1 - < 5 | < 20,000 - < 69,000 |

Table 10. Production of heat resistant protease at 7°C

| Source | SPC/ml | Heat resistant protease ^a |
|---------------|------------|--------------------------------------|
| Farm | 4.4 10^3 | NO |
| Dairy plant A | 1.7 10^4 | Yes |
| Dairy plant B | 1.5 10^4 | Yes |
| Dairy plant C | 2.9 10^4 | Yes |
| Dairy plant D | 1.4 10^4 | Yes |
| Dairy plant E | 9.6 10^3 | Yes |

a: whey heated 149°C for 10sec

Table 11. Percentage samples yielding protease^a

| Source | % |
|---------------|----|
| Farm | 80 |
| Dairy plant 1 | 90 |
| Dairy plant 2 | 70 |

a: whey heated 149°C for 10 sec.

V. 결 론

각종 유제품의 원료는 오직 젖이기 때문에 선진국가들은 계속 유질 향상을 도모하고 있다. 따라서 우리 나라 각종 유제품들을 외국의 제품보다 경쟁력을 제고시키기 위하여는 양질의 원료유 확보가 시급하며 다음과 같이 요약하고자 한다.

1. 깨끗한 소의 표피 및 유방 관리
2. 청결 및 소독을 겸한 마구간 관리
3. 착유시 유두 및 유방의 세척과 건조
4. 위생적 착유실 관리
5. 원료유의 저온 저장 및 단시일내 공장에 수송하는 것 등이다.