

발간등록번호

11-1543061-00614-01

www.qia.go.kr

고품질 우유 생산과 젖소 질병 관리

2023. 8.



제1장 세균수 3만 미만 원유 관리요령	3
1. 원유 중 세균수 관리의 중요성	3
2. 국내산 원유의 세균수 유질 현황	4
3. 집합유 세균수 관리기준	5
4. 착유 시설 세척에 영향을 주는 요인	5
5. 집합유 세균수 증가 원인 및 관리 방안	8
제2장 체세포수 20만 미만 원유 관리요령	10
1. 체세포의 정의 및 관리기준	10
2. 체세포수에 영향을 주는 요소	10
3. 최근 3년 동안 국내 체세포수 위생등급 현황	13
4. 체세포수가 문제되는 목장의 관리 방향	14
제3장 유지방 저하 요인과 예방대책	22
1. 우유의 조성	22
2. 사료 영양소의 대사과정과 우유 지방의 합성기전	23
3. 지질의 대사	28
4. 젖소의 유성분 함량에 영향을 주는 요소	32
5. 유지방 저하 예방을 위한 점검사항	37
제4장 유단백질 저하 요인과 예방대책	43
1. 우유 중 단백질 관리의 필요성	43
2. 유단백질의 생성 기전	43
3. 우유 중 단백질 생성에 영향을 주는 요인	49
4. 유단백질 저하에 따른 기본 대응전략	53
5. 하절기 유단백질 저하 예방을 위한 점검사항	55
제5장 관능검사, 비중 및 빙점에 의한 불합격 원인 및 예방대책	59
1. 원유검사 항목	59
2. 국내산 원유의 불합격 현황	60
3. 관능검사에 의한 이상유 문제	61
4. 비중 및 빙점검사에 의한 가수문제	64

제6장 알콜검사 부적합 원유 발생 원인 및 관리대책	66
1. 2021년도 국내산 원유의 이등유 부적합 현황	66
2. 이등유 검사방법	67
3. 이등유 원인	68
4. 저산도 이등유 발생 요인과 예방 및 치료법	69
제7장 항생제 잔류물질 불합격 원인 및 예방대책	73
1. 잔류물질 관리의 중요성	73
2. 국내 원유의 잔류물질 허용기준이 설정된 물질	74
3. 우리나라 원유 내 잔류물질 부적합 현황	75
4. 목장 원유의 항생제 잔류 위반 원인 분석	77
5. 목장 원유의 항생제 잔류물질 예방대책	79
제8장 곰팡이 독소 원인 및 예방대책	81
1. 곰팡이 독소 관리의 필요성	81
2. 젖소에서 곰팡이 중독증의 발병기전	81
3. 젖소에 영향을 미치는 주요 곰팡이 독소의 종류와 특성	85
4. 곰팡이 독소의 특징 및 곰팡이 성장의 최적 조건	88
5. 사료 중 곰팡이 독소 오염을 줄이기 위한 대책	89
6. 곰팡이 독소 치료 및 예방법	91

SECTION II 젖소의 주요 질병 관리

제1장 송아지 설사병 원인 및 예방대책	95
1. 송아지 설사의 원인 및 발병기전	95
2. 감염성 송아지 설사병을 일으키는 원인체의 종류 및 특징	97
3. 송아지 설사병 진행 단계 및 발생시 치료법	102
4. 송아지 설사병의 예방	105
제2장 송아지 호흡기 질병 원인 및 예방대책	109
1. 송아지에서 호흡기 질병의 원인	109
2. 송아지 호흡기 질병 발병기전 및 임상증상	111
3. 송아지 폐렴을 일으키는 위험인자와 관리기준	113
4. 송아지 호흡기질병 발생시 치료	114
5. 송아지 호흡기질병의 예방	116

제3장 젖소의 번식장애 원인 및 예방대책	121
1. 국내 번식성적 현황 및 문제점	121
2. 번식성적 향상을 위한 조치	123
제4장 젖소의 유산 원인 및 예방대책	133
1. 유산의 정의	133
2. 유산의 원인	133
3. 감염성 유산 원인체의 종류 및 특성	134
4. 유산의 원인체 진단요령	139
5. 유산에 대한 예방 및 관리대책	141
제5장 젖소의 대사성 질병 원인 및 예방대책	142
1. 에너지 대사와 관련된 질병	142
2. 섬유소 감소와 관련된 질병	151
3. 사료 중 에너지 및 단백질 균형 상태를 점검할 수 있는 6가지 방법	157
4. 대사성 질병을 줄이기 위한 10가지 주요 사양관리 요령	167
제6장 젖소 발굽 질병 원인 및 예방대책	168
1. 발굽 질병 관리의 중요성	168
2. 발굽 질병의 종류	168
3. 임상증상	171
4. 예방	171
5. 치료	172
제7장 기생충 감염에 의한 피해 및 예방대책	173
1. 기생충 질병 관리의 필요성	173
2. 기생충 감염이 젖소의 건강에 미치는 영향	173
3. 기생충 구제 방법	175
제8장 위생 해충으로부터 젖소의 건강관리	178
1. 위생 해충의 종류	178
2. 곤충 매개 질병 발생에 영향을 주는 요인	178
3. 위생 해충으로 문제되는 주요 질병	180
4. 위생 해충의 구제	184

부 록

제1장 하절기 젖소 사양관리	189
1. 하절기 젖소 사양관리의 중요성	189
2. 하절기 기후 환경 스트레스에 의한 젖소의 생리적 영향	189
3. 소에 있어서의 고온 스트레스 기준 및 영향	191
4. 고온 스트레스 해소를 위한 사양관리 방법	192
5. 모기, 파리 등으로 인한 해충 스트레스를 줄이자	199
제2장 동절기 젖소 사양관리	201
1. 동절기 젖소 사양관리의 중요성	201
2. 환경 관리	202
3. 사료급여 및 영양관리	204
4. 급수조의 적정 수온 유지	206

참고문헌



고품질 우유 생산

제1장 세균수 3만 미만 원유 관리요령

제2장 체세포수 20만 미만 원유 관리요령

제3장 유지방 저하 요인과 예방대책

제4장 유단백질 저하 요인과 예방대책

제5장 관능검사, 비중 및 빙점에 의한 불합격 원인 및 예방대책

제6장 알콜검사 부적합 원유 발생 원인 및 관리대책

제7장 항생제 잔류물질 불합격 원인 및 예방대책

제8장 곰팡이 독소 원인 및 예방대책

제1장 세균수 3만 미만 원유 관리요령

1. 원유 중 세균수 관리의 중요성

우유의 품질은 지방, 단백질, 탄수화물, 비타민, 무기물 등의 영양소 함량이 많을수록 높이 평가되지만 목장별 그 차이는 미미하고, 세균수, 체세포수, 세균 억제물질의 함유 정도가 최종 제품의 품질을 결정하기 때문에 최근에는 영양적 측면보다는 위생적 측면이 더욱 중요하게 평가되고 있다. 위생적 측면의 유질 향상은 목장에서 출발되기 때문에 낙농 선진국에서는 오래전부터 낙농가로 하여금 원유(raw milk)의 위생적인 처리를 목적으로 세균수 및 체세포수에 의한 차등지급제를 실시해 왔다. 우리나라에서는 1993년 6월 1일부터 세균수를 5단계, 체세포수를 4단계 등급으로 설정한 후 유대차등지급제를 실시하였고, 그 이후로도 세계적인 수준을 고려하여 13회에 걸쳐 원유 위생등급 및 유대차등지급제 기준을 더욱 강화하고 있다.

건강한 유방에서 착유 된 우유의 총 세균수는 보통 mL당 2,000 CFU(colony forming unit) 이하이다. 원유 중의 미생물 오염 수준은 유방염이나 외부의 오염정도를 나타낸다. 따라서 원유의 세균수 검사는 우유의 생산과 저장과정 중의 위생 상태를 평가하는 지표로 활용되고 있다. 원유의 미생물 오염과 그 방지는 우유 및 유제품의 처리 과정과 품질관리 측면에서 매우 중요하며, 원유의 미생물 오염 정도는 최종 제품의 품질을 근본적으로 좌우하게 된다.

원유의 미생물 오염은 유방 내에 침입한 미생물 또는 착유과정 및 집유 과정에서의 오염이 주요 원인이다. 특히, 우유는 미생물의 좋은 배지가 되기 때문에 오염된 미생물은 집유 과정에서 계속 증식한다. 원유 내의 미생물은 주로 세균이며, 그 외에도 효모(yeast), 곰팡이(mold) 등이 존재할 수 있다. 세균의 지나친 오염은 유제품에 나쁜 영향을 미치게 되므로 위생적인 측면과 유제품의 품질 유지를 위해서도 원유 중 세균 오염방지를 위한 위생관리는 엄격히 실시하여야 한다.

2. 국내산 원유의 세균수 유질 현황

우리나라에서는 1993년 6월 1일부터 고품질 원유생산을 위해 세균수와 체세포수에 의한 유대차등지급제를 실시해왔다. 그 후 원유의 위생 수준을 향상 시키기 위하여 수차례 제도 개정을 하였고, 2023년 1월 1일에는 <표 1>과 같이 5개의 위생등급으로 구분하여 유대차등지급제를 실시하여 현재까지 적용되고 있다. 이러한 제도 시행으로 인해 원유의 위생 수준이 지속적으로 향상되어 2022년에는 전체 원유의 99.54%가 세균수 1등급을 나타내었다. 이에 비하여 3등급 이상은 0.08%를 나타내었다<표 2>.

표 1 국내산 원유의 세균수에 의한 유대차등지급제 기준<2023년 1월 1일>

등급	세균수 CFU/mL	금액(원)	특이사항
1A	3만 미만	+52	원유기본가격 및 유성분 위생등급별 가격과 무관하게 탈지분유 국제경쟁가격 적용
1B	3만~10만 미만	+36	
2	10만~25만 미만	+ 3	
3	25만~50만 이하	-15	
4	50만 초과	별도	

표 2 국내산 원유의 연도별 세균수 위생등급 분포 추이

연도	세균수 (%)				
	1A등급	1B등급	2등급	3등급	4등급
2022	94.01	5.53	0.38	0.06	0.02
2020	93.7	5.79	0.42	0.07	0.02
2018	92.0	7.3	1.0	0.6	0.1
2015	91.4	7.3	1.0	0.2	0.1
2010	88.1	9.9	1.6	0.3	0.1
2005	84.7	12.0	2.4	0.6	0.3
2002	78.0	16.0	4.0	1.2	0.8

3. 집합유 세균수 관리기준

건강한 젖소 유방의 원유 중 정상 세균수는 ml당 50~2,000 CFU 정도이므로 목장에서는 최대 10배 이상으로만 증가되지 않으면 2만 미만의 세균수를 유지할 수 있다. 따라서 목장에서는 위생적으로 착유하고 정기적으로 착유시설을 관리한다면 연평균 3만 미만의 1A 등급 원유를 생산할 수 있으며, 유대 적용 항목 중 세균수가 가장 관리하기 쉬운 항목이 될 것이다. 목장에서 우유의 세균오염은 두가지 방법으로 일어난다. 첫째, 젖소의 유방 우유내에 존재하는 유방염 세균이 냉각기에 직접적으로는 혼입되는 것이다. 둘째, 세균이 오염되어 있는 착유기구를 통해서 착유된 우유가 냉각기에 혼입되거나 불완전한 냉각효과에 의하여 세균이 증식하는 것이다. 따라서 미국의 유질관리위원회에서도 냉각기 세균수 권장 기준을 ml당 1만 미만으로, 개선을 필요로 하는 문제 기준을 2만 5천 이상으로 설정하여 운영하고 있다. 따라서 목장 집합유 세균수가 2만 이상일 경우에는 3만 이상이 될 가능성이 있으므로 경각심을 갖고 세척방법 등 세균수 증가의 원인이 될 수 있는 문제점 진단 및 조치가 필요하다.

4. 착유 시설 세척에 영향을 주는 요인

목장 원유 중 세균수 증가의 가장 큰 원인은 착유기 세척 및 위생이라 할 수 있다. 우유에는 지방, 단백질, 유당 등의 영양소가 풍부하게 함유되어 있어 착유 후에 적절하게 세척하지 않으면 착유시설 내에 <표 3>에서와 같은 침착물(유석)이 끼게 되어 세균수가 증가하게 된다. 일반적으로 착유시설의 세척에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 물리적인 힘, 세제의 농도, 세척온도 및 세척시간이다. 이러한 요소들은 상호 복합적으로 작용하여 세척 효율에 영향을 주게 된다. 예를 들면, 물리적 처리가 충분하지 않으면 화학적 처리의 증가나 온도를 높여도 아무 효과가 없다. 그러므로 착유시설의 세척을 극대화 시키기 위해서는 이러한 요소들이 조화를 이루어야 한다.

표 3 착유기 세척이 잘못 되었을 경우 나타나는 침착물(유석)의 형태

침착물의 유형	형태
지방	표면에 기름기가 있음
단백질	광택이 나는 것처럼 파란색에서 무지개 색깔을 나타냄
유석	하얀색에서 노란색의 침착물
철	빨간색에서 갈색 또는 검정색을 나타냄
세균	빨간색 또는 핑크색/자주색으로 변색
고무조각	검정색 또는 검정색의 잔류물

① 물리적인 힘

사람의 손으로 착유시설을 세척하지 않는 한 자동적으로 세척하기 위해서는 적절한 물리적 힘(속도)이 필요하다. 물리적인 힘은 착유기 표면을 문지르고, 오염물을 파이프라인 으로부터 제거한 후 운반하기 위해서 필수적이다. 과거에는 압력을 이용한 세척수 순환 방식을 많이 사용해 왔으나 우유 배관의 직경과 길이가 계속 늘어남에 따라 최근에는 주기적으로 공기를 주입시켜 세척수의 입구와 출구의 압력차를 극대화시켜 물 덩어리(slug)를 만들어 충알처럼 회전하면서 빠르게 순환하도록 하는 충알세척 방식이 널리 이용되고 있다. 일반적으로 자동세척을 위해 권장되는 유속은 1.5m/sec 이상이어야 하며, 완벽한 세척을 위해서 권장되는 최소 진공펌프 용량은 35CFM(980L/M)이다.

※ CFM: Cubic feet per minute, L/M: Liter per minute.

② 세제의 농도

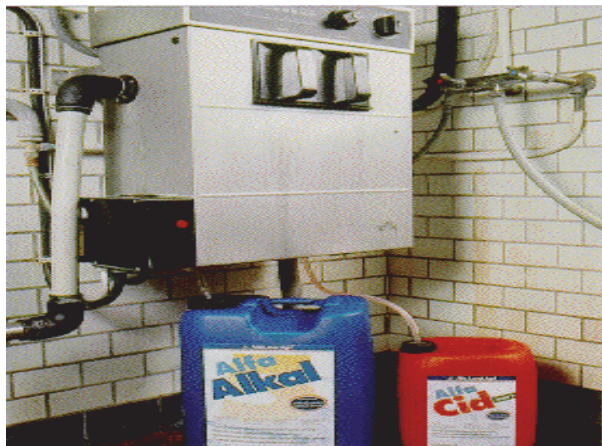
세제의 농도가 높을수록 좋은 것만은 아니며, 각 세제의 특성에 맞게 사용되어야 한다. 세제의 농도가 높을 경우 우유 단백질을 변성시켜 세척을 더욱 어렵게 하는 경우가 있을 수 있으므로 제조회사가 권장하는 농도로 사용하는 것이 바람직하다. 일반적으로 우유에는 <표 4>에서와 같이 3% 이상의 지방과 단백질, 5% 정도의 유당과 칼슘 등 회분이 1%정도 함유되어 있다.

표 4 착유기 세척시 사용되는 세제의 종류와 기능

세제의 종류	세제의 기능
알칼리	우유중 지방 분자를 분해하고 세척될 수 있도록 지방을 녹이고, 단백질이 단단해지는 것을 감소
산성	표면으로부터의 유석과 침착물 제거
살균제	미생물 사멸

유당은 물에 잘 세척되나 유지방과 유단백질은 알칼리 세제에 세척된다. 유지방은 보통 우유 중에서 유화되어 있기 때문에 세척수 중에서 간단히 분산 가능하지만 세척 잔류물이 있으면 미생물의 리파아제에 의해 가수 분해되어 불쾌한 냄새를 생성하게 된다. 단백질의 세척이 불충분하면 잔류 단백질이 변성하여 갈색의 반투명한 얇은 막이 형성된다.

단백질은 높은 알칼리성에서 물의 경도 성분을 분쇄하여 사용하면 용해 가능하지만, 세척제의 농도가 너무 낮을 경우 적당한 산도가 얻어지지 않아 세척 효과가 감소된다. 유석은 우유에 함유된 인산칼슘과 단백질이 가열에 의해 결합 침착한 것으로 착유 후의 물 세척의 온도가 너무 높은 경우에서도 생길 수 있다. 이런 경우 산성세제(인산 또는 질산 등)나 알칼리 세제(수산화나트륨 등)를 사용하여 세척 할 필요가 있다. 한편 세척에 사용되는 물에 철 함유량이 많은 경우 또는 산성화 된 물은 철 배관을 부식시키며 산화철이 용기에 침적하므로 이런 경우 산성세제로 세척하면 된다. 그리하여 목장에서 <그림 1>에서와 같이 착유 완료 후 적절한 세척을 위하여 매일 아침·저녁으로 알칼리 세척을 실시하고, 3일째에는 산성 세척을 실시한다. 세제의 종류 및 사용 농도는 제조회사마다 약간의 차이가 있으므로 제조회사에서 권장하는 대로 올바르게 사용해야 한다.



〈그림 1〉 착유기 세척을 위한 알칼리 및 산성 세제의 사용

③ 세척 온도

세척수의 온도는 세척의 효과를 높이는데 있어서 매우 중요하다. 착유후 세척 수온이 너무 높을 경우 단백질이 변성되어 불안정해지며, 반대로 세척 온도가 너무 낮은 경우에는 세척력 부족을 초래한다. 일반적으로 세척액의 온도는 10℃ 상승 될 때마다 세척 효과가 2배 상승되지만, 온도가 너무 높을 때(90℃ 이상)는 우유 중 단백질의 변성을 초래하고 무기질이 포함되어 제거하기 어려운 유석이 생기게 된다. 염소로 된 알칼리(chlorinated-alkaline) 세제는 낮은 온도에서 잘 반응하지 않기 때문에 물의 온도가 적절하게 유지되지 않으면 유석이 생길 수 있다.

또한, 지방은 34℃ 이하의 온도에서 응고되기 시작하므로 세척 과정 중 전세척 행굼(pre-wash rinse)시의 물의 온도는 35~43℃를 유지해야 한다. 이러한 온도는 많은 양의 원유 찌꺼기를 제거하고 세척 주기 동안 표면을 따뜻하게 해준다. 세척 주기 동안에 순환하는 물의 온도는 70~80℃의 온도에서 시작하여 40~50℃ 정도로 끝나야 한다. 만약 세척 후 세척조에 모인 물의 온도가 40℃ 이하로 떨어지면 지방의 응고 현상을 일으킬 수 있다. 산 세척을 위한 적절한 물의 온도는 35~43℃를 유지해야 한다. 살균 세척은 사용되는 제품에 따라 미지근한 물 또는 차가운 물을 사용할 수 있다.

④ 세척 시간

자동세척 과정 중에서 각 주기의 순환하는 시간은 세제가 얼마나 효과적으로 작용했는지를 나타낸다. 기기 표면에 접촉시간이 부적절하면 유석이 형성된다. 착유 시설 순환 세척의 경우 15분 전후가 표준이며, 통상 10분 정도 소요된다. 만약 세척 시간이 크게 초과하면 물의 온도가 40℃ 이하로 저하되어 찌꺼기가 다시 퇴적되는 수준까지 떨어질 수 있으므로 세척액의 초기 온도는 보통 70~80℃가 요구되며, 온도의 저하가 심한 경우 착유 후 행굼시 온수를 쓰도록 해야 한다.

이와는 반대로 세척 시간이 6~10분 보다 짧으면 적당한 세척을 위해 세제가 기기 표면과 충분한 접촉을 할 수 있는 시간을 가지지 못하게 된다. 세제가 세균을 사멸시키기 위한 충분한 접촉시간은 5분이기 때문에 산 세척을 위하여 5분의 순환시간이 권장된다. 착유 시설의 산도(pH)를 효과적으로 낮추고 물 얼룩을 방지하기 위하여 세제가 표면 위를 충분한 시간 동안 접촉할 수 있어야 한다.

5. 집합유 세균수 증가 원인 및 관리 방안

목장 집합유의 세균수가 3만 이상을 나타내는 목장의 원인 진단과 문제점 개선을 위해서는 다음과 같은 항목에 대하여 세부적인 점검이 필요하다.

① 냉각기 관리 상태 점검

착유 후 1시간 이내에 5℃ 이하로 원유가 냉각되는지 확인한다. 무더운 여름철에는 신속하게 냉장이 유지되지 않으면 냉각기에서 세균이 증식하므로 착유직전에 냉각기 온도를 확인해야 한다. 또한, 냉각기를 청결하게 유지하기 위하여 제조회사의 권장 세척액과 세척 방법을 준수하여 위생적으로 냉각기를 세척하는지 확인(특히 배출구가 철저히 세척되는지)해야 한다.

② 착유시설의 세척 상태 점검

위생적으로 착유 시설을 유지하기 위하여 세척 방법 점검(매 착유시 알칼리 세척 및 최소 3일 간격으로 산성 세척 실시여부) 및 제조회사에서 권장하는 세척제 농도로 세척하는지를 확인해야 한다. 또한, 세척액의 물의 온도가 40℃ 이상으로 유지되는지 확인해야 한다. 특히, 동절기에 외부 온도 하강에 의하여 우유 배관이 차가워져서 세척수의 온도가 저하되어 불완전한 세척을 초래하여 세균수가 세균수 1B 이상으로 갑자기 증가하게 된다. 염소로 된 알칼리 세제에 의한 세척시 세척수 물의 온도가 낮을 경우에는 화학적으로 잘 반응하지 않기 때문에 유석이 생기게 된다.

그러므로 목장에서는 동절기 이전 또는 세균수 증가시에는 세척이 완료된 후 세척조에 모인 물의 온도를 주기적으로 측정하여 세척 온도가 적절한지 확인해야 한다. 만약 세척수의 온도가 너무 낮으면 온수기의 상태를 점검하거나 교체하여야 할 것이다.

③ 착유 방법의 점검

세균이 많은 우유를 제거하기 위해 전착유를 실시하는지 확인한다. 또한, 유방 및 유두 세척시 젖은 수건을 사용한 다음 마른 수건으로 완전히 물기를 제거한 후 착유기를 부착하는지 확인한다. 유두 세척시 과량의 물 사용 후 유두를 건조시키지 않았을 때 그 물기가 높은 착유압에 의해서 라이너 안으로 이동하여 우유 중 세균을 오염시킬 수 있다. 이와 더불어 착유 중 착유 유닛이 우사에 떨어지는 것을 예방하기 위하여 소를 안정시키고, 착유기 진공펌프 용량, 라이너 크기 등이 적절한지 확인한다.

④ 우사 환경 및 젖소의 위생 상태 점검

착유 과정 중 외부로부터의 오염을 최소화하기 위하여 운동장 시설을 건조하게 유지해 주고 청결히 관리 하는지를 확인해야 하며, 특히 유방 주위 및 꼬리 주위의 털을 정기적으로 깎아주어 젖소의 위생 상태가 적절한지 확인한다.

제2장 체세포수 20만 미만 원유 관리요령

1. 체세포의 정의 및 관리기준

체세포란 우유를 생산하는 유선상피세포와 외부로부터 들어오는 미생물을 제거하여 젖소의 몸을 건강하게 유지해 주는 면역세포 즉 백혈구를 합한 것이다. 건강한 유선으로부터 분비되는 원유에는 체세포수가 ml 당 20만개 이하이다. 체세포의 종류는 매우 다양하나 일반적으로 상피세포, 호중구, 임파구, 단핵구와 그 외의 세포 등을 들 수 있다. 정상적인 건강한 유선으로부터 분비되는 원유는 ml당 10만 이하의 체세포수를 나타내며 대식구와 림프구가 관찰된다.

하지만 미생물에 감염되면 체세포의 갑작스런 변동과 체세포 구성 양상에도 변화가 있다. 즉 원유 ml 당 100만 이상의 체세포수를 나타내며 그 중 95%가 호중구로 구성된다. 이에 따라 체세포수를 측정함으로써 유방염을 진단하는 기술은 전 세계적으로 가장 널리 이용되고 있다. 따라서 선진 낙농국가에서도 오래전부터 체세포수에 의한 유방염 진단 및 위생등급제를 실시하고 있다.

국제낙농기구(IDF)에서 우유 중 체세포수와 목장 감염과의 관계를 조사한 자료에 의하면 ml 당 체세포수 50만개를 기준으로 목장의 유방염 감염 유무를 판단하고 있으며, 개체 당 25만개 이상인 경우는 유방염 감염우로 의심해야 한다고 보고하고 있다. 그리하여 선진 낙농국가에서도 오래전부터 체세포수에 의한 유방염 진단 및 등급제를 실시하고 있다.

2. 체세포수에 영향을 주는 요소

유방염 조사는 일단 각 목장별로 체세포수를 측정함으로써 해당 목장에 유방염 감염우가 있다는 사실을 확인할 수 있으며 이러한 체세포수 측정은 월 1회 이상 정기적으로 수행하여야만 낙농가에게 가장 문제시되는 준임상형 유방염(subclinical mastitis)을 색출할 수 있다. 냉각기 체세포수가 50만일 경우 유방염 감염률은 16%이며, 그로 인한 유량 감소는 6%로 보고하고 있다<표 1>.

표 1 냉각기 체세포수와 유방염 감염률과의 관계

냉각기 체세포수(개/ml)	감염 분방율(%)	유량 감소(%)
200,000	6	0
500,000	16	6
1,000,000	32	18
1,500,000	48	29

① 비유단계별 체세포수 변화

- 체세포수는 비유단계별로 약간의 차이가 있다. 즉 건유기에 가장 높은 수치를 나타내고, 분만 후에도 높은 수치를 보인다. 하지만 비유기간 동안은 대체로 일정한 수준을 나타낸다.

② 계절별 체세포수 변화

- 유방염 원인균의 침입 가능성이 높은 여름철에 가장 높고, 겨울철에 가장 낮다.

③ 스트레스에 의한 체세포수 증가

- 날씨, 기후 및 발정 등은 체세포수의 증가에 영향이 없으나, 과착유 및 전기자극 등은 체세포수를 크게 증가시킬 수 있다. 특히 준임상형 유방염(눈으로는 확인 어려운 유방염)에 감염된 소에서는 체세포수가 증가될 수 있다.

④ 샘플 채취시기에 따른 체세포수 변화

- 하루 동안에도 시간별로 개체 원유 중 체세포수가 변하게 된다. 특히 오후에 착유된 우유 중의 체세포수는 오전에 착유된 우유보다 최대 2배까지 많은 체세포수를 보일 수 있다.
- 착유가 끝난 후 남아 있는 잔유에서 높은 수치(100만 전후)를 나타내고, 착유 후 1~3시간에 유방내 많은 체세포수가 모이게 되므로 이 시기에 CMT는 가(假)양성(정상 우유가 유방염 감염 우유로 판독되는 경우) 판독 가능성이 높다.

⑤ 매일매일의 체세포수 변화

- 체세포수는 매일 변화될 수 있으며, 특히 유방염 발생이 높은 목장이나 우군 규모가 작은 목장에서는 변화가 더욱 심하다.

⑥ 유전적 요소

- 젖소 개체의 유전적 요인에 의한 체세포수의 차이가 있을 수 있으며 산유량이 높고 유두꼭지가 무릎관절 이하로 쳐져 있는 개체에서 일반적으로 체세포수가 높다.

⑦ 착유위생 결함

- 착유위생과 관련된 사항, 착유기의 불결, 부적절한 진공압과 맥동수, 불규칙한 전압 등의 요인에 의해서 젖소 개체 유두 및 유방에 손상을 주게 되며 체세포수가 증가되는 직접적인 원인이 된다.

⑧ 온도와 습도

- 여름철에 높은 온도와 습도는 임상형 유방염 원인균 발생을 증가시키고 이는 높은 체세포를 야기시키므로 적절한 환풍과 높은 습도를 제거할 수 있도록 하여 젖소에 직접적인 스트레스를 막아주어야 한다.

⑨ 유두상처

- 유두 상처 등의 조직 손상은 유방염 감염에 매우 민감하여 일시적인 체세포수 증가를 가져올 수 있으므로 축사 내에 보족한 모서리나 조각 파편 등을 제거하고 바닥을 미끄럽지 않게 유지시켜야 한다.

⑩ 다른 질병에 의해서도 유방내 체세포수가 증가하는가?

- 유방 이외의 다른 부위로 감염되었을 경우에는 혈액 내 백혈구수가 증가되어 감염부위로 이동하기는 하지만, 유방의 체세포수의 증가에는 영향을 주지 않는다.

⑪ 부주의 및 기타요인

- 부주의에 의하여 사료나 물이 제 시간에 공급이 되지 않았거나 중지된 경우에는 유량감소는 물론 전반적인 체세포수의 감소를 가져온다.
- 체세포수의 변화는 유방염에 의한 상승 이외에도 여러가지 요인들이 관여될 수 있음을 알아야 한다.
- 체세포수는 유방 감염 여부를 확인할 수 있을 뿐 아니라 치료 효과와 예방에도 이용되어 각 목장에서 생산되는 원유의 품질향상을 위한 개체 관리 및 냉각기 우유 관리에도 활용이 가능하다.

3. 최근 3년 동안 국내 체세포수 위생등급 현황

젖소 유방의 건강 상태를 판단하는 지표인 체세포수는 원유 위생등급 차등지불제 실시 이후부터 꾸준한 유질 향상으로 인해 2020년과 2021년에는 전체 집유된 원유의 63.23%와 66.39%가 1등급(20만 미만/ml)을 차지하였다. 하지만 2022년의 체세포수 1등급 비율은 64.89%로서 전년 대비 1.5%p 감소한 것으로 나타났다. 이에 비하여 2등급은 31.25%로서 전년(29.51%) 대비 1.74%p 증가하였다. 3등급은 전년도 보다 감소하였으며(3.93% → 3.68%), 4등급 이하는 0.18%로서 전년도와 동일한 결과를 보였다<표 2>.

표 2 최근 3년 동안 원유 중 체세포수 위생등급 분포 현황 (집유량 기준)

연도	체세포수 위생등급(%)				
	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
	20만 미만/ml	20만~35만 미만/ml	35만~50만 미만/ml	50만~75만 이하/ml	75만 초과/ml
2022	64.89	31.25	3.68	0.17	0.01
2021	66.39	29.51	3.93	0.17	0.01
2020	63.23	31.99	4.54	0.24	0.01

집유업체를 기준으로 전국 14개 시·도별 원유 체세포수 1등급 비율을 분석한 결과, 4등급 이상 비율에서는 큰 차이가 없었으나 1등급 비율에 있어서는 전북 32.8% 부터 인천 78.4% 까지 지역별로 크게는 2배 이상의 차이를 나타내었다<표 3>. 이는 집유업체별 체세포수 1등급 원유에 대한 장려금 지급 여부와 젖소 유방염 관리에 대한 농가의 관심도, 사양 및 시설·환경관리의 차이 등에 의한 것으로 생각된다.

체세포수 1등급을 받거나 이를 유지하기 위하여 유방염 감염으로 인한 체세포수가 높은 개체의 우유를 별도로 착유하여 폐기하는 국내 젖소 농가의 상황을 고려한다면 체세포수 2등급 이상으로 인한 농가의 피해는 이보다 더욱 심각한 실정이다. 그러므로 체세포수 1등급 농가가 상대적으로 적은 지역에서는 젖소의 유방염 관리를 위한 종합적이고 체계적인 예방 및 치료대책이 마련되어야 할 것이다.

표 3 2022년 시도별 체세포수 위생등급 분포율 비교

시도별	1급(%)	2급(%)	3급(%)	4급(%)	5급(%)
강원	72.65	24.19	2.80	0.35	0.01
경기	77.31	20.26	2.32	0.10	0
경남	70.10	26.40	3.33	0.17	0.01
경북	63.65	31.88	4.40	0.07	0
광주	69.26	27.53	3.21	0.00	0
대구	63.45	33.75	2.63	0.17	0
울산	77.21	20.72	1.90	0.17	0
인천	78.38	19.62	1.99	0.01	0
전남	59.68	36.25	3.82	0.24	0.01
전북	32.81	60.36	6.36	0.46	0.01
제주	49.10	48.08	2.71	0.10	0.02
충남	57.98	36.92	4.99	0.11	0.01
충북	60.34	36.26	3.14	0.26	0
세종	50.20	41.04	8.37	0.39	0

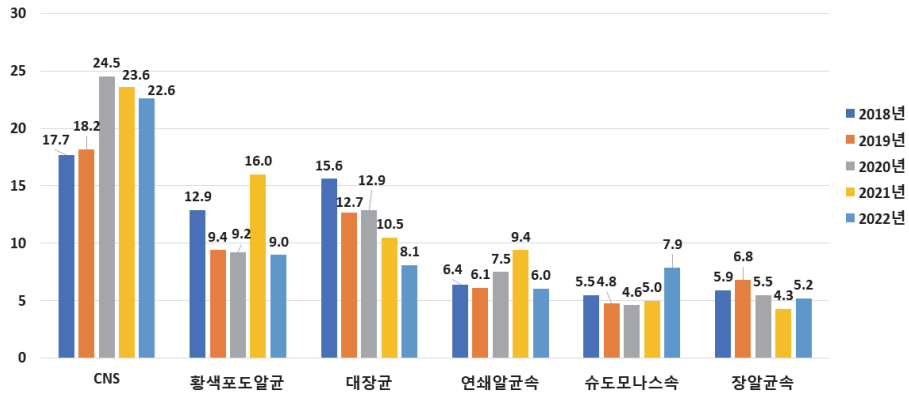
* 시도는 집유업체 기준으로 지역을 분류

4. 체세포수가 문제되는 목장의 관리 방향

1) 유방염 원인균 및 발병 요인 분석

목장에서 주로 문제되고 있는 환경성 및 기회성 유방염 원인균인 응고효소음성 포도알균속(CNS, Coagulase negative Staphylococci), 사슬알균속(*Streptococcus* spp.), 장알균속(*Enterococcus* spp.), 대장균(*E. coli*), 슈도모나스속(*Pseudomonas* spp.) 뿐만아니라 일부 농장에서 고질적으로 문제되는 전염성 유방염 원인균인 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)에 대한 보다 구체적인 관리가 필요하다. 2022년 전국 시도 동물위생시험소에서 655개 농가의 착유우 8,688두를 대상으로 젖소 유방염 원인균 검사를 실시하여 총 2,373주를 분리한 결과, 응고효소음성포도알균속이 22.6%로 가장 높았으며, 다음으로 황색포도알균(9.0%), 대장균(8.1%), 슈도모나스속(7.9%), 사슬알균속(6.0%), 장알균속(5.2%), 나머지 균종은 4.0% 이하의 분리율을 보였다<그림 1>. 이와같이 다양한 세균이 유방염 원인으로 검출되는 만큼 목장별 주기적인 검사를 실시하여 우리 목장에는 어떠한 원인체에 의한 유방염이 문제가 되는지를 확인함으로써 유방염 치료 및 관리 방향에 활용할 필요가 있다.

유방염 주요 원인균 분포



〈그림 1〉 최근 5년간 국내 목장의 젖소 유방염 주요 원인균 분포 현황

체세포수가 갑작스럽게 증가한 경우에 목장에서는 우선 유방염이 문제되기 2주 전후의 젖소 사육 환경, 사료, 영양, 착유기, 착유 위생, 우군 관리 상태 등 젖소 영양과 시설 및 환경 관리에 있어서 특별한 변화가 있었는지를 전문가와 함께 종합적으로 점검해야 한다. 그 이후 목장 사양관리의 문제점 개선과 더불어 유방염 감염우에 대한 조기 검출 및 체계적인 치료 등 <표 4>에서와 같이 유방염 관리를 위한 종합적인 대책을 마련해야 할 것이다.

표 4 체세포수 문제 목장의 유방염 점검 및 관리 내용

구분	체세포수 증가 원인분석	체세포수 관리를 위한 조치사항	체세포수 추이 분석 및 평가
목장 점검 및 관리 방향	<ul style="list-style-type: none"> 유방염 원인균 검사 및 유방염 감염우 분석 <ul style="list-style-type: none"> * 산차, 비유시기, 유량, 감염 분방수, 체세포수, 유방염 병력 등 치료 약제 선별을 위한 항생제 감수성 검사 유방염 발생 요인 종합 점검 <ul style="list-style-type: none"> * 유방염 발생 2주전 목장 환경, 사료 영양, 착유기, 착유 위생, 우군 관리 상태 등 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 체세포수 문제우 검색 <ul style="list-style-type: none"> * 유방염 치료 대상 선정 감수성 약제에 의한 유방염 감염우 치료 유방염 원인균 분석 <ul style="list-style-type: none"> * 전염성, 환경성, 기회성 유방염 원인체 여부 확인 전염성 유방염 원인균 감염우와 만성 감염우 도태 고려 목장의 유방염 발생 소인 제거 및 젖소의 면역력 증진을 위한 개선 조치 	<ul style="list-style-type: none"> 유방염 치료 및 문제점 조치 후 1주 간격으로 체세포수 추이 (감소, 유지, 증가) 분석 체세포수 문제 시점 2주 후에 유지 또는 증가시 유방염 발생 요인 재평가 및 추가 개선 조치 체세포수 문제 시점 1개월 후에 치료 및 개선 조치에 대한 종합 평가

다른 시기보다도 혹서기와 폭서기, 그리고 환절기에는 환경 스트레스로 인한 젖소 유방염 발생 증가로 인해 상대적으로 mL당 체세포수 20만 이상인 원유의 비율이 높다. 그러므로 이 시기에는 환경 및 젖소 영양 관리와 더불어 유방염 관리에 더욱 많은 관심을 기울여야 한다. 즉, 위생적인 우사 환경관리, 밀집 사육 지양, 적절한 영양 관리, 건유기 및 분만 전후 착유우의 면역 저하 요인 개선, 저온 및 고온 스트레스 해소 등의 조치가 이루어져야 한다. 특히, 젖소를 사육하는 우사의 바닥환경이 소에게 최대한 편안함을 줄 수 있도록 건조하고 위생적으로 관리해야 할 것이다.

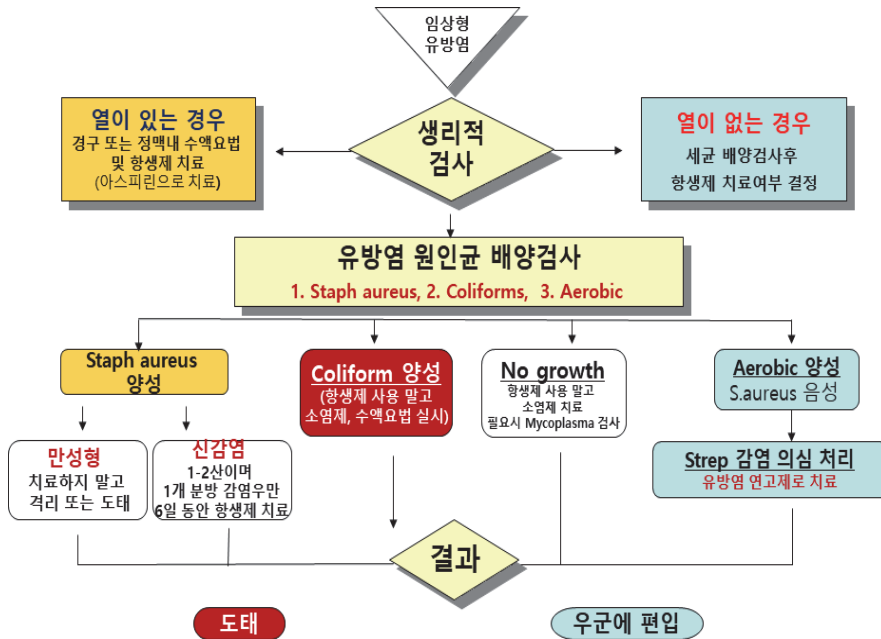
개방형 축사시설에서 활동해야 하는 젖소는 급격한 기후변화에 영향을 많이 받으며, 우유 생산을 위하여 많은 양의 사료를 섭취함으로써 발생하는 분노로 인하여 목장 환경 관리의 어려움으로 환경성 유방염 발생이 점차적으로 높아지고 있다. 따라서 기후 및 환경 스트레스를 줄이기 위하여 목장에서는 우사 안에 온습도기를 설치하고 이산화탄소 등의 환기 상태를 주기적으로 측정하는 등 환경 문제 해결을 위하여 시설 전문가의 도움을 받는 것이 필요하다. 이와 더불어 농가당 사육두수 증가에 따른 밀집사육으로 인해 우사 환경이 불량해 지지 않도록 해야 한다.

또한, 최근 사육두수 증가와 노동력 감소 등 다양한 요인으로 인해 젖소의 비유 생리에 적합한 올바른 위생적인 착유가 이루어지지 않고, 유방염 감염우를 발견하기 위한 씨엠티(CMT; California mastitis test) 등 체세포수 검사에 어려움이 많아지고 있다. 유방염은 젖소가 착유를 하고 있는 상황에서는 항상 발병할 수 있다. 따라서 체세포수 관리를 통한 유대 수입 증가를 위해서는 냉각기 체세포수가 30~50만 미만인 경우에 10두 중 3~5두 정도가 유방염 발병 가능성이 있다는 사실을 명심하면서 감염우 색출과 더불어 적극적인 치료가 필요하다.

2) 유방염 감염우의 치료

유방염 감염우의 경우 임상증상 및 원인균에 따른 체계적인 치료 전략이 수립되어야 한다. 고열 등을 보이는 임상형 유방염은 신속하게 경구 또는 정맥 내 수액요법 및 항생제 사용으로 최소 3일 동안은 치료를 해야 하고, 권장 치료 기간은 라벨에 표시된 기간보다는 더 길게 해야 한다.

또한, 유방염 원인균 배양 및 항생제 감수성 검사는 적정 항생제 선정을 용이하게 해주며, 유방염 치료 방향을 결정하는데 있어서 중요한 정보를 제공하게 된다. 그러므로 치료에 반응을 보이지 않는 경우를 대비하여 유두 내에 항생제를 주입하기 전에 유방염 원인체 동정 및 항생제 감수성 검사를 실시하고, <그림 2>에서와 같이 젖소의 감염 상태를 고려하여 종합적이고 체계적인 치료 전략을 수립해야 할 것이다.



〈그림 2〉 젖소 임상형 유방염 증상 및 유방염 원인균에 따른 치료 전략

농림축산검역본부에서는 2017년부터 2021년까지 5년 동안 국내 젖소 유방염에서 분리된 주요 원인균 4종인 황색포도알균, 응고효소음성포도알균속, 사슬알균속, 대장균에 대한 항생제 감수성 검사를 수행하였다. 그 결과 황색포도알균은 페니실린(40.8%)과 암피실린(38.6%), 설파디메톡신(21.8%)에 높은 내성을, 세팔로틴(100%), 펠리마이신(99.8%), 페니실린/노보바이오신 합제(99.8%), 테트라사이클린(97.6%)에 높은 감수성을 보였다. 응고효소음성포도알균속은 페니실린(16.9%)과 테트라사이클린(10.6%), 암피실린(9.5%)을 제외한 다른 항생제에는 대체로 10% 이하의 낮은 내성률을 보였다<표 5>.

사슬알균속은 테트라사이클린(55.1%), 에리스로마이신(49.2%), 펠리마이신(42.4%)에 높은 내성을, 페니실린과 세팔로스포린계 항생제에 높은 감수성을 나타내었다. 사슬알균속은 균종별(*S. uberis*, *S. dysgalactiae* 등)로 항생제 감수성에 큰 차이가 있기 때문에 원인이 되는 균주의 종을 정확히 동정하고 감수성 검사를 실시해야 한다. 대장균의 경우에는 테트라사이클린(25.7%), 설피속사줄(23.3%), 스트렙토마이신(22.6%), 암피실린(21.5%)에 비교적 높은 내성을, 겐타마이신과 세팔로스포린 계열 항생제 등에 높은 감수성을 보였다.

표 5 국내 젖소 유방염 주요 원인체의 항생제 내성률(2017~2021년)

항생제 계열	항생제	항생제 내성균 수 (%)			
		항색포도알균 (n=409)	응고효소음성 포도알균속 (n=515)	사슬알균속 (n=118)	대장균 (n=288)
아미노글리코사이드	겐타마이신	NT	NT	NT	26 (9.0)
	스트렙토마이신	NT	NT	NT	65 (22.6)
세팔로스포린 I	세팔로틴	0 (0)	2 (0.4)	0 (0)	NT
세팔로스포린 III	세프트라지덤	NT	NT	NT	9 (3.1)
	세프티오퍼	19 (4.6)	12 (2.3)	2 (1.7)	26 (9.0)
세팔로스포린 IV	세페핌	NT	NT	NT	3 (1.0)
세파마이신 II	세폭시틴	NT	NT	NT	11 (3.8)
엽산 억제제	설파속사졸	NT	NT	NT	67 (23.3)
	설파디메톡신	89 (21.8)	28 (5.4)	NT	NT
	트리메토프림/설파메톡사졸	NT	NT	NT	40 (13.9)
린코사마이드	펄리마이신	1 (0.2)	33 (6.4)	50 (42.4)	NT
폴리마이신	콜리스틴	NT	NT	NT	1 (0.3)
마크로라이드	에리스로마이신	17 (4.2)	37 (7.2)	58 (49.2)	NT
카바페넴	메로페넴	NT	NT	NT	1 (0.3)
페니실린류	암피실린	158 (38.6)	49 (9.5)	0 (0)	62 (21.5)
	페니실린	167 (40.8)	85 (16.9)	0 (0)	NT
	옥사실린	27 (6.6)	14 (1.4)	5 (4.2)	NT
페니실린류/ 아미노코마린	페니실린/노보바이오신	1 (0.2)	5 (0.7)	0 (0)	NT
페니콜류	클로람페니콜	NT	NT	NT	38 (13.2)
플로르퀴놀론	시프로플록사신	NT	NT	NT	11 (3.8)
퀴놀론	날리딕산	NT	NT	NT	19 (6.6)
테트라사이클린	테트라사이클린	10 (2.4)	46 (10.6)	65 (55.1)	74 (25.7)
베타락탐 복합제	아목시실린/클라뷰란산	NT	NT	NT	10 (3.5)

* NT, 미검사

위와 같이 유방염 원인 균종별로 항생제 내성률에 큰 차이를 보이므로 목장에서 유방염 치료 효과를 높이기 위해서는 항생제 감수성 검사를 매월 정기적으로 실시하여 감수성이 있는 약제와 없는 약제가 어떤 것인지를 확인할 필요가 있다. 이외에도 유방염 치료시 염증산물의 신속한 제거를 위하여 소염제 사용을 포함한 유방염 증상에 따른 보조적인 치료가 수반 되어져야 한다. 만성 유방염 감염우는 건유기 치료 또는 도태도 적극적으로 고려되어야 할 것이다.

일반적으로 사슬알균속에 감염된 개체의 경우 유방염 연고제를 유선 내 주입하고, 황색포도알균은 만성형의 경우 건유우 치료, 격리, 또는 도태가 권장되며, 1개 분방에 감염된 개체우의 경우에는 항생제 치료가 권장된다. 고열 등 심한 임상증상을 보이는 장내세균성(coliforms) 유방염 개체우의 경우에는 소염제, 수액요법 등을 사용하여 유선내 및 전신성 치료를 병행하는 것이 바람직하다. 한편, 도태는 반복적인 치료에 반응하지 않은 만성형 또는 전염성 유방염을 우군에서 확실하게 제거하는 유일한 현실적인 방법으로서 주로 황색포도알균에 의한 유방염 감염시에 권장된다.

3) 유방염 신규 감염 예방 및 면역력 증가

젖소 유방염은 발생 인자(기상 조건, 축사 환경, 착유기, 사료 급여, 분만, 우군서열에 따른 스트레스 등)가 다양하고 그 인자들이 복합적으로 작용한다(표 6). 목장에서 위생적인 사육 환경을 제공하는데 있어서는 분명 한계가 있다. 또한, 현재의 기술로는 획기적인 치료법과 백신에 의한 효과도 제한이 있기 때문에 유방염을 완전히 근절하는데는 어려움이 많다.

표 6 젖소 유방염 발생에 영향을 주는 요인

구분	세부 내용
유전	<ul style="list-style-type: none"> - 유방이 처진 소, 유방염 감수성우 - 유방염에 자주 걸린 소, 만성 감염우 등
생리	<ul style="list-style-type: none"> - 분만한 소, 나이 많은 소, 면역력이 떨어진 소 등 - 우군 서열에 따른 스트레스
기후	<ul style="list-style-type: none"> - 고온, 추위, 심한 일교차 등
축사 시설	<ul style="list-style-type: none"> - 불결한 깔짚 관리 상태 - 밀집사육 등에 의한 휴식 공간 부족 - 환기불량, 선풍기 부족 등에 의한 고온 스트레스 등
영양	<ul style="list-style-type: none"> - 곰팡이에 오염된 사료 - 비타민, 셀레늄과 같은 미량 영양소 부족 - 요소태질소(MUN) 증가(사료 중 단백질 과다 및 에너지 부족 등)
질병	<ul style="list-style-type: none"> - 반추위과산증(TMR 급여량 부족, 폭식, 상대적 조사료 섭취 부족, 저칼슘혈증, 사료섭취 공간 부족 등) - 발굽 삭제 미비로 인한 발굽 불량 및 부제병 - 후산정제
착유기	<ul style="list-style-type: none"> - 부적절한 착유압(높거나 낮은 착유압) - 불안정한 진공압, 부적절한 맥동기 상태 - 라이너의 탄력성 손실 및 오염된 라이너 - 비위생적인 착유기
착유위생 및 방법	<ul style="list-style-type: none"> - 비위생적인 유두세척 및 건조 - 개체별 수건 및 마른 수건 미사용 - 착유 전후 유두침지 또는 분무소독 미실시 - 과착유(착유자 부족, 1분 이내 착유기 미부착 및 5분 이상 착유 등)

그러므로 오직 철저한 예방 관리를 통해 유방염 발생을 최소화하는 것이 최선의 방법이다. 유방염 예방을 위하여 투자하고 노력하면 유방염 발생은 반드시 줄어들 수 있다. 이와 반대로 유방염 관리를 위해 투자하지 않으면 발생했던 유방염이 갑자기 없어지지도 않을 뿐더러 치료 위주의 유방염 관리로는 유방염 발생률이 절대로 줄어들지 않는다.

유방염이 문제되는 목장에서 유방염 발생 요인이 될 수 있는 착유 방법, 착유 시설, 우사 바닥 환경, 영양 문제 등의 사양관리에 대한 변화 없이 몇몇 유방염 문제우의 도태만으로는 일시적으로 문제를 해결할 수 있지만 시간이 지나면 정상적인 다른 소에서 유방염이 발생하게 되어 문제가 해결되지 않고 악순환이 반복되는 형태가 될 것이다.

그러므로 유방염 관리를 위해서는 우선적으로 예방이 선행되어야 하며, 그 중심에는 조사료 위주의 사양관리를 통한 안정적인 반추위 산도 유지, 편안한 휴식, 그리고 젖소의 면역 능력을 높이는 것이 있다. 특히, 면역력이 떨어지는 건유우, 분만우, 비유 초기우와 고능력우에 대해서는 좀더 세밀하고 집중적인 관리가 필요하다.

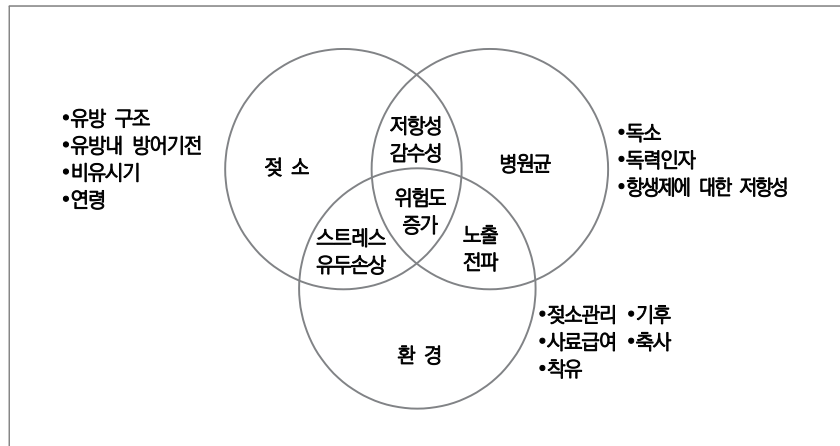
최근 확인된 국내 젖소 유방염 원인균을 살펴보면 황색포도알균과 같은 전염성 유방염 원인균보다는 사슬알균속(*S. uberis* 등), 장알균속, 대장균 등과 같은 환경성 유방염 원인균과 응고효소음성포도알균속과 같은 기회성 유방염 원인균 분리율이 과거에 비하여 절대적으로 높아지고 있다. 이러한 환경성 및 기회성 유방염 원인균 발병이 증가하는 이유는 밀집 사육에 따른 서열 스트레스, 열악한 우사 바닥 환경, 고온 다습한 환경과 심한 일교차, 급격한 사료 변경과 영양소 불균형에 따른 장내 미생물총 파괴 등에 의한 면역체계의 기능 저하 때문이다.

환경성 및 기회성 유방염 예방을 위해서는 면역력 저하 요인 개선과 더불어 젖소의 유두가 환경 유래 세균에 노출되지 않도록 착유우의 적절한 사육밀도를 준수해야 한다. 또한 우사 바닥이 질어지지 않도록 최소 월 2회 이상 유두와 목장 환경을 건조하고 청결하게 관리하는 것이 가장 중요하다. 특히, 소는 외부 환경에 노출된 개방형 축사시설에서 활동해야 하고, 우유 생산을 위하여 많은 양의 사료 섭취와 분뇨를 배설하기 때문에 상대적으로 기후 환경적 요인에 더욱 취약할 수 밖에 없으므로 적절한 환경관리를 유지해야 한다.

이와 더불어 젖소의 발육 및 체력유지에 필요한 영양소와 우유를 생산하고 송아지를 임신하고 유지하는데 필요한 영양소 등을 검토하여 충분한 조사료를 급여하고 비타민과 광물질 등의 영양소 부족이 없도록 해야 한다. 특히 호르몬 불균형과 우유 생산량 증가에 따른 영양소 불균형이 심한 분만전후기 젖소의 체계적인 영양 관리는 면역력 향상과 유방염 예방을 위해서 매우 중요하다.

다시 한번 강조하자면, 젖소 유방염은 다양한 요소가 복합적으로 작용해서 발생되므로 종합적인 관리대책이 필요하다. 이와 더불어 목장별로 젖소 사육 형태 및 사양관리 방법에 차이가 있으므로 내 목장에 적합한 유방염 예방 관리 대책을 세워야 하며, 필요하다면 전문가의 도움을 받아야 한다.

유방염 원인균 검사와 착유우에 대한 영양 관리는 최소한 월 1회, 착유 시설에 대한 점검은 6개월 간격으로, 축사시설과 환경에 대한 점검은 1년 간격으로 실시되어야 한다. 특히, 최근 문제 되는 환경 유래 병원체에 의한 유방염의 발생을 예방하기 위해서는 무엇보다도 유두에 이러한 병원체가 노출되지 않도록 관리하여 이에 대한 젖소의 면역능력을 강화하는 것이 가장 중요하다.



〈그림 3〉 유방염 발생에 영향을 미치는 젖소, 환경, 병원균과의 상호관계

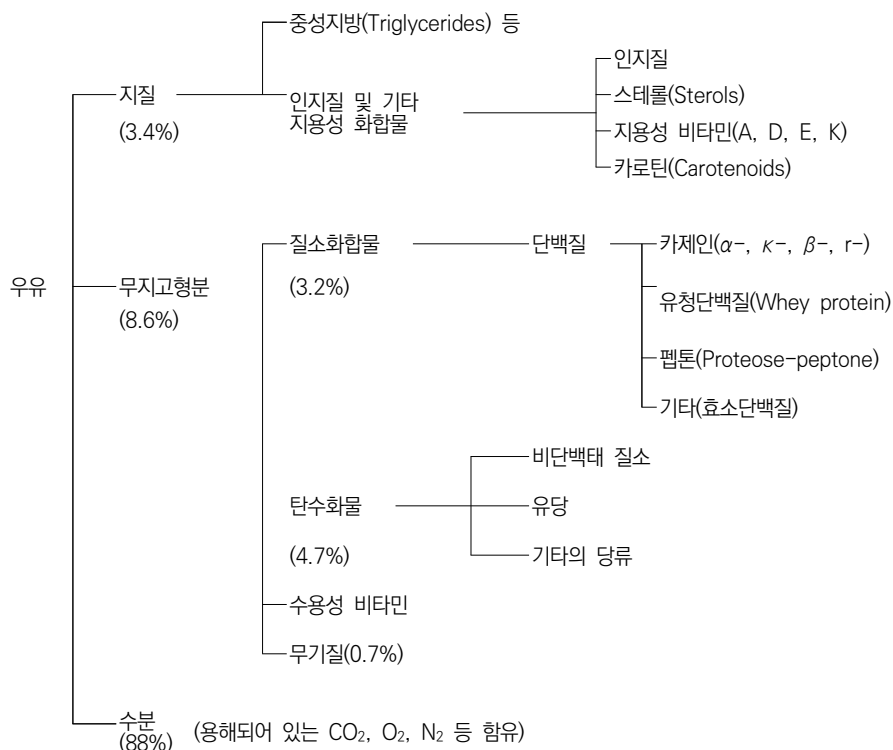
젖소 유방염 발생에 영향을 미치는 미생물, 젖소, 환경 요인들의 상호관계를 기초로 하여 유방염 예방을 위한 관리 방법을 요약하면 다음과 같다(그림 3). ① 우사 바닥 환경을 건조한 상태로 유지하여 미생물이 유두 끝에 노출되지 않도록 환경 관리 ② 유두 내 세균 감염 예방을 위하여 유방 및 꼬리 주위 털 제거 ③ 착유전 유방을 위생적으로 깨끗하게 처리하고 마른 수건 사용 ④ 올바른 착유기 사용 및 젖소 비유생리에 적합한 착유 ⑤ 착유 후 유두침지 소독 ⑥ 유방염 감염률이 제일 높은 건유기에 집중적인 관리 ⑦ 유방염 감염우를 격리 사육 ⑧ 영양소 부족이 없도록 젖소에게 사료 급여 ⑨ 면역능력이 떨어지는 건유기, 분만시기, 비유초기 젖소에 대해서 면역증강제 투여 ⑩ 유방염 예방을 위한 황색포도알균 및 대장균 백신을 투여한다.

제3장 유지방 저하 요인과 예방대책

1. 우유의 조성

우유를 끓여 수분을 증발시켜 버리면 대략 12%의 고형분을 얻을 수 있으며, 우유의 고형분은 지방, 단백질, 당(탄수화물), 무기물, 비타민 등으로 구성되어 있다<그림 1>. 국내에서 사육되고 있는 홀스타인 젖소의 우유는 유지방과 지용성 비타민을 포함하여 보통 3.8% 정도의 지방을 함유하고 있다.

단백질은 카제인과 유청단백질로 구성되어 있지만 주된 성분은 카제인으로서 보통 90% 정도 함유되어 있다. 카제인은 우유 속에서 칼슘과 결합하여 끈끈한 상태로 되어 있으며 사람의 건강상 필요한 필수 아미노산을 균형 있게 포함하고 있어 우유의 영양적인 근본이라고 말할 수 있다.



〈그림 1〉 우유의 조성

젖소의 우유에는 이 카제인을 포함해서 보통 3.2% 전후의 단백질을 함유하고 있다. 유당은 우유를 달콤하게 느끼게 하는 성분인데 우유를 매일 마시면 정상작용을 촉진시키는 것으로 약 4.5% 정도 함유되어 있다. 우유에는 그밖에 무기물과 비타민도 풍부하게 함유되어 있으며, 무기물은 칼슘, 인, 철분이 균형 있게 들어 있다. 이상과 같이 지방, 단백질, 유당, 무기물, 칼슘, 비타민 등의 유고형분이 얼마나 많이 함유되어 있는가가 우유의 영양학적으로서의 가치를 좌우한다.

2. 사료 영양소의 대사과정과 우유 지방의 합성기전

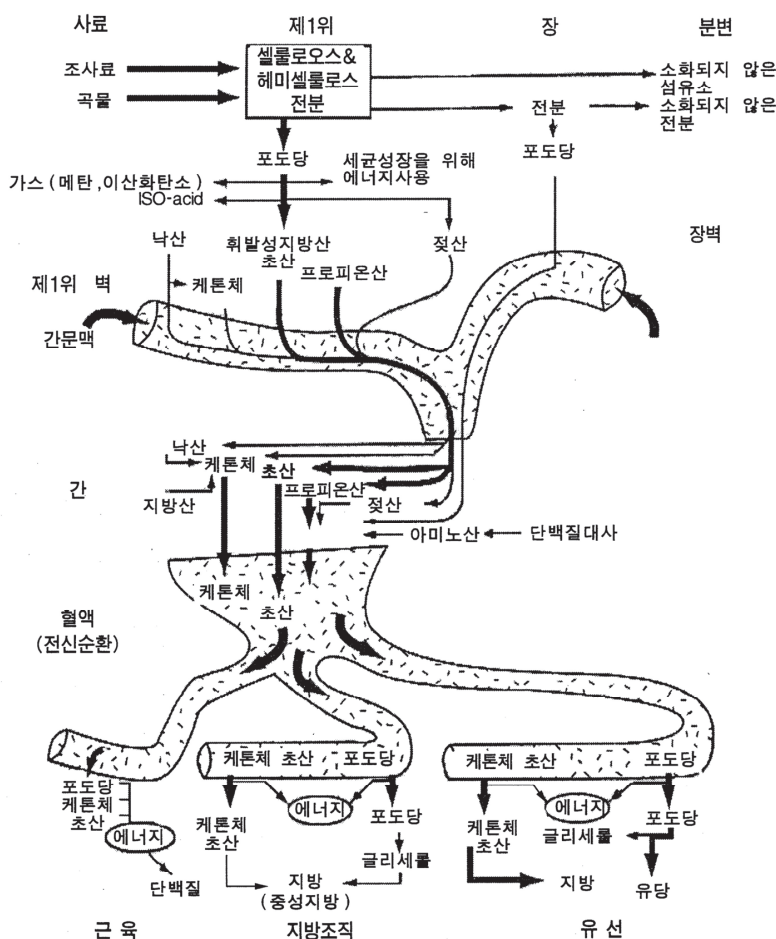
1) 탄수화물의 형태

탄수화물은 에너지의 가장 중요한 원천이며, 젖소 우유의 당(lactose)과 지방의 주요한 전구물질이다. 반추위에 존재하는 미생물은 젖소로 하여금 식물의 세포벽에 존재하는 리그린, 섬유소와 결합되어 있는 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스와 같은 섬유소성 탄수화물을 에너지로 이용될 수 있도록 한다. 섬유소는 부피가 크기 때문에 반추위에서 서서히 발효되어 오랫동안 정체하고 있다.

식물이 성숙될수록 섬유소 중 리그린 함량이 많아지기 때문에 제1위 내에서 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 발효량이 감소된다. 긴 입자 형태의 섬유소는 반추 자극에 꼭 필요하며, 반추 작용은 제1위 운동을 자극하고, 타액 생산을 증가시키기 때문에 섬유소의 분해와 발효를 촉진시킨다. 타액에는 중탄산나트륨이나 인과 같은 물질이 있어서 제1위의 산도를 중성으로 유지하는데 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 사료 배합비에 섬유소가 부족하게 되면 일반적으로 우유 중 지방의 농도가 낮아지고 제4위 전위와 산성증과 같은 소화장애를 일으킬 수 있다.

단당류나 전분과 같은 비섬유소성 탄수화물은 제1위에서 매우 빠르게, 그리고 거의 완전히 발효된다. 또한 비섬유소성 탄수화물은 에너지 밀도가 높아 에너지 공급량을 증가시키므로 제1위 내에서 생산되는 미생물 단백질 이용을 증가시킬 수 있다. 하지만 비섬유소성 탄수화물은 반추 작용 또는 타액 생산을 자극하지 못하고, 과량시에는 섬유소의 발효를 방해할 수 있다. 사료 내 비섬유소성 탄수화물의 양은 비섬유소성 탄수화물 내 전분의 함량 즉, 반추위 내 전분과 비전분질 성분의 소화속도와 그 정도에 의해 영향을 받는다. 젖소에 있어서 비섬유소성 탄수화물의 소화에 영향을 주는 몇 가지 요인들은 다음과 같다.

- ① 반추위 내 전분의 분해 속도와 정도는 곡류에 따라 다르다. 즉, 곡류의 형태에 따른 반추위 내 전분 분해 속도는 귀리, 밀, 보리, 옥수수, 수수 순이다. 구성 전분이 주로 아밀로스(amylose)형태인지 아니면 아밀로펙틴(amylopectin)의 형태인지에 따라서 전분의 소화율은 달라진다. 일반적으로 아밀로펙틴은 아밀로스에 비해 소화율이 높다.
- ② 곡류를 가공할 경우 대부분은 반추위 내에서 전분의 소화율과 소화 속도가 증가한다. 입자도를 줄일 경우 미생물이 부착할 수 있는 곡류의 표면적이 증가한다. 스팀 후레이크(steam plaking)와 같이 전분을 젤라틴화(gelatinization)시키는 가공 방법은 전분의 형태를 변화시켜 반추위 내에서의 이용성을 증가시킨다. 익스트루션(extrusion)이나 튀기기(popping)와 같은 다른 가공 방법들도 반추위 내에서의 전분의 이용성을 증진시킨다.



〈그림 2〉 사료 중 탄수화물의 대사과정과 우유의 지방 및 유당 생성기전 (출처: Warriax MA 1996)

- ③ 곡류와 옥수수를 이용하여 사일리지를 제조할 경우 반추위 내 전분 소화율은 증가된다. 이러한 경우 성상이 부드러워지고 수분 함량이 증가해 수확이나 저장조로 부터 퍼낼 때 낱알이 잘 부서져 표면적을 넓게 한다. 특히, 수분 함량이 낮은 사일리지의 옥수수 낱알은 반추위와 하부 소화기관에서 소화율이 낮아 종종 분변으로 배설되는 경우가 많다.
- ④ 대부분의 전분은 반추위 내에서 소화된다. 반추위 이하의 소화기관에서 전분의 소화와 흡수는 소장으로 들어오는 전분의 양이 증가함에 따라 감소한다. 모든 소화기관에서의 전분 소화율을 85%로, 반추위 내 분해도를 50%~75% 이상으로 하는 것이 바람직하다. <그림 2>는 젖소의 소화기관에서 탄수화물의 대사과정을 요약한 것이며, 착유 소에 있어서는 제1위, 간, 유선이 탄수화물 대사의 주요 장기이다.

2) 휘발성 지방산의 생성

반추위 발효시 미생물은 탄수화물을 각각 에너지, 가스, 열, 산으로 생성한다. 초산(acetic acid), 프로피온산(propionic acid), 낙산(butyric acid)과 같은 휘발성 지방산은 제1위에서 생성되는 산의 95% 이상을 차지한다. 아미노산의 발효로 iso-acid라고 불리는 산을 생산하고 발효과정시 생성되는 에너지와 iso-acid는 미생물 성장에 사용된다. 이산화탄소와 메탄은 트림을 통하여 체외로 배출되고 메탄의 에너지는 손실된다. 또한 반추위 발효 과정에서 생긴 열은 체온의 유지에 필요하지 않다면 공기 중으로 배출된다. 휘발성 지방산과 미생물 발효의 최종 생산물은 제1위 벽을 통하여 간으로 흡수된다.

대부분의 초산과 모든 프로피온산은 간으로 이동하지만 낙산의 대부분은 제1위 벽에서 베타하이드로부티레이트(beta-hydrobutyrate)라 불리는 케톤체(ketone body)로 전환된다. 케톤체는 체내 대부분의 조직에 에너지 공급원으로 사용된다. 한편, 케톤체는 주로 제1위에서 생성된 낙산에서 유래하지만 비유 초기에는 체내 지방조직의 이동으로부터 생긴다.

3) 간에서 포도당(glucose)의 생성

대부분의 프로피온산은 간에서 포도당으로 전환되고, 간에서의 포도당 합성에는 아미노산이 필요하다. 한편, 다른 소화관에서 흡수되는 포도당이 없기 때문에 간에서의 포도당 생성과정은 매우 중요하다. 즉, 정상적으로 20kg의 우유를 생산하기 위해서는 900g의 포도당이 간에서 생성되어야 한다.

그러나 젖소가 반추위 비분해성 전분을 섭취하거나 전분을 과량 섭취하였을 경우에는 예외적으로 전분이 소장에서 소화된 후 포도당으로 흡수된 다음, 간으로 운반되어 젖소에게 포도당을 공급하게 된다. 또한 잘 관리된 사일리지에 많이 함유된 초산도 간에서 포도당 공급원으로 작용하지만, 제1위에서 초산 생성은 사료 중 전분이 과다하게 공급되었을 때 이루어진다. 이와 같은 현상이 계속될 경우에는 제1위 내 산도가 산성화되어 섬유소 발효가 중지되고 심할 경우에는 사료 섭취를 중단할 수 있다.

4) 유방에서 유당(lactose)과 지방의 합성

비유기 동안 젖소의 유선은 유당 형성을 위해 포도당이 많이 필요하다. 유선에서 유당 합성량은 일일 우유 생산량과 매우 밀접한 관련이 있다. 우유에서 유당의 함량은 일정하지만 유당 함량이 대략 4.5%로 될 때까지 유선세포에서 합성된 유당에 물이 가해진다. 그러므로 우유 생산량은 제1위에서 생성된 프로피온산으로부터 유래된 포도당의 양에 의해서 영향을 받는다.

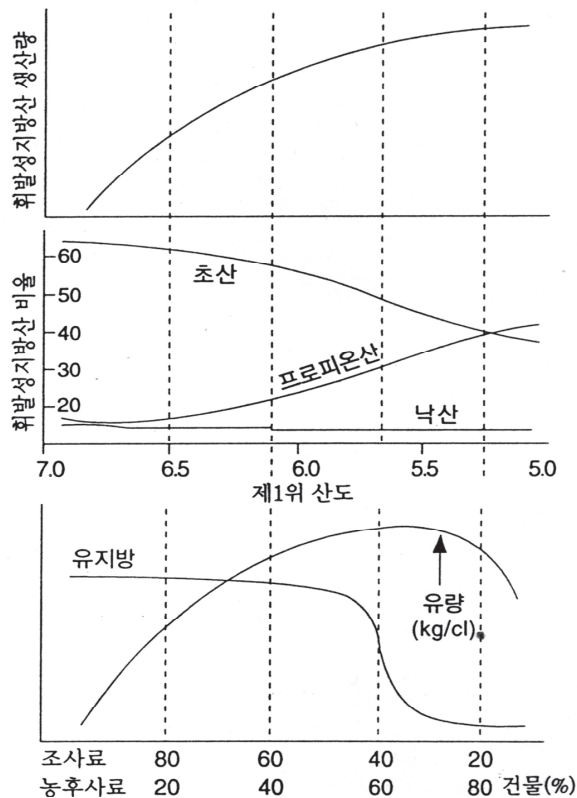
포도당은 우유합성시 주 골격으로 사용되는 글리세롤(glycerol)로 전환된다. 초산과 케톤체는 유지방의 형태를 나타내기 위하여 글리세롤에 부착하는 지방산(fatty acid)의 형성에 사용된다. 포도당은 유선에서 4~16개의 탄소를 함유하고 있는 지방산을 합성하며, 이와 같이 형성된 지방이 전체 유지방의 절반을 차지하고, 다른 절반은 18개 이상의 탄소를 함유한 사료의 지질로부터 유래한다. 유방에서 유지방과 유당의 합성에 필요한 에너지는 케톤체의 분해로부터 이루어지지만 체내 많은 조직의 세포에 포도당과 초산이 에너지 원천으로 사용된다.

5) 사료 조성에 따른 휘발성 지방산 생산과 유량의 변화

사료 중 탄수화물은 제1위에서 생성되는 휘발성 지방산의 양과 종류에 영향을 준다. 일반적으로 조사료의 양이 충분하게 공급되었을 때 반추위 미생물이 탄수화물을 휘발성 지방산으로 전환하며, 그 비율은 초산이 전체의 65%, 프로피온산이 20%, 낙산이 15%를 차지한다. 즉 조사료를 과다하게 공급하였을 경우에는 초산이 충분히 공급되어 유지방 생성이 최대치에 도달하지만 제1위에서 프로피온산이 제한되기 때문에 특히 비유초기에는 포도당 공급의 제한으로 우유 생산량이 감소된다.

농후사료에 주로 함유되어 있는 비섬유소성 탄수화물은 프로피온산 생성을 촉진한다. 반면에 조사료 중에 함유되어 있는 섬유소성 탄수화물은 제1위 내에서 초산의 생성을

자극한다. 또한 비섬유소성 탄수화물은 좀더 신속하게 그리고 완전히 발효되기 때문에 휘발성 지방산의 생성을 증가시킨다. 이와 같이 농후사료를 급여했을 경우 휘발성 지방산 생성이 증가하고 초산 대신 프로피온산의 비율이 증가하게 된다(그림 3).



〈그림 3〉 사료의 조성이 휘발성지방산 생성과 유량에 미치는 영향

다시 말해서 사료 중 농후사료 비율을 증가시키거나 조사료를 세절하여 급여했을 경우에는 초산의 비율이 40% 이하로 떨어지고 프로피온산 비율이 40% 이상 증가하기 때문에 프로피온산에서 포도당 공급이 증가하게 되므로 유량 증가를 가져오게 된다. 하지만 유지방 합성에 이용되는 초산의 공급이 제한되기 때문에 일반적으로 우유 중 지방의 농도가 감소하게 된다.

또한 초산에 비하여 프로피온산의 증가는 우유 합성보다는 체지방 축적을 가져오게 된다. 그러므로 사료 중 농후사료를 과다하게 급여했을 경우에는 젖소의 비만을 가져올 수 있다. 이렇게 계속되는 농후사료의 급여는 과비로 인하여 난산을 유도하게 되고 지방간과

케토시스를 발병하여 젖소의 건강에 부정적인 영향을 준다. 반대로 사료 중 농후사료의 비율이 부족했을 경우에는 에너지 섭취 부족으로 우유 생산과 유단백질의 감소를 가져올 수 있다.

위의 내용을 종합해 볼 때 사료 중 농후사료와 조사료 비율의 변화는 제1위에서 생성되는 휘발성 지방산의 비율에 매우 큰 영향을 줄 수 있으며, 휘발성 지방산은 우유 생산, 유지방 비율, 사료에서 우유로의 효율적인 전환, 대사성 질병과 과비에 절대적인 영향을 미친다.

3. 지질의 대사

1) 지질의 형태

일반적으로 젖소가 지질을 섭취하는 양은 전체 사료 중 2~4% 정도이다. 그러나 사료 중 지질은 직접적으로 유지방 생성량의 50%를 차지하며, 에너지의 가장 중요한 공급처이기 때문에 사료중 지질의 비율은 매우 중요하다. 조사료와 곡물에는 소량의 지질이 함유되어 있지만, 면실(cotton), 대두박(soybean)과 같은 식물에는 20% 이상 함유되어 있다. 또한 지질은 물에는 녹지 않고 에테르(ether), 클로르포름(chloroform), 헥산(hexane) 등과 같은 유기용매에 녹는다. 중성지방(triglyceride)은 주로 곡물과 동물의 지방에 존재하며, 기본 구조는 3개의 지방산과 1개의 글리세롤이 결합된 것이다.

전초, 두과식물과 같은 조사료에 많이 함유되어 있는 당지질(glycolipid)은 두 번째 형태의 지질이다. 당지질은 3개의 지방산중 1개가 주로 갈락토스로 대체되는 것을 제외하고는 화학적으로 중성지방과 유사한 구조를 갖는다. 또한 인지질(phospholipid)은 3개의 지방산 중 1개가 인(phosphate)으로 결합되는 것을 제외하고는 중성지방과 유사하며, 인지질은 사료에는 소량 함유되어 있지만 반추위미생물에는 많은 농도가 함유되어 있다.

식물의 지질에서 가장 일반적으로 존재하는 지방산은 14~18개의 탄소를 가지고 있다. 또한 지질은 실온에서 액체 또는 고체로 존재하느냐에 따라 녹는점이 결정되며, 녹는점은 포화되는 정도와 탄소 결합의 길이에 의해서 영향을 받게 된다. 일반적으로 식물의 지질은 70~80%가 포화되지 않는 액체상태(오일)로 존재하지만 동물의 지방은 40~50%가 포화된

상태, 즉 고체상태(지방)로 존재한다. 포화되지 않는 정도가 동물에 의해서 얼마나 소화가 잘 되느냐를 결정하며, 이것이 반추동물의 제1위 내 탄수화물 발효에 영향을 준다. 즉, 오일의 상태가 반추위 발효여부를 결정한다.

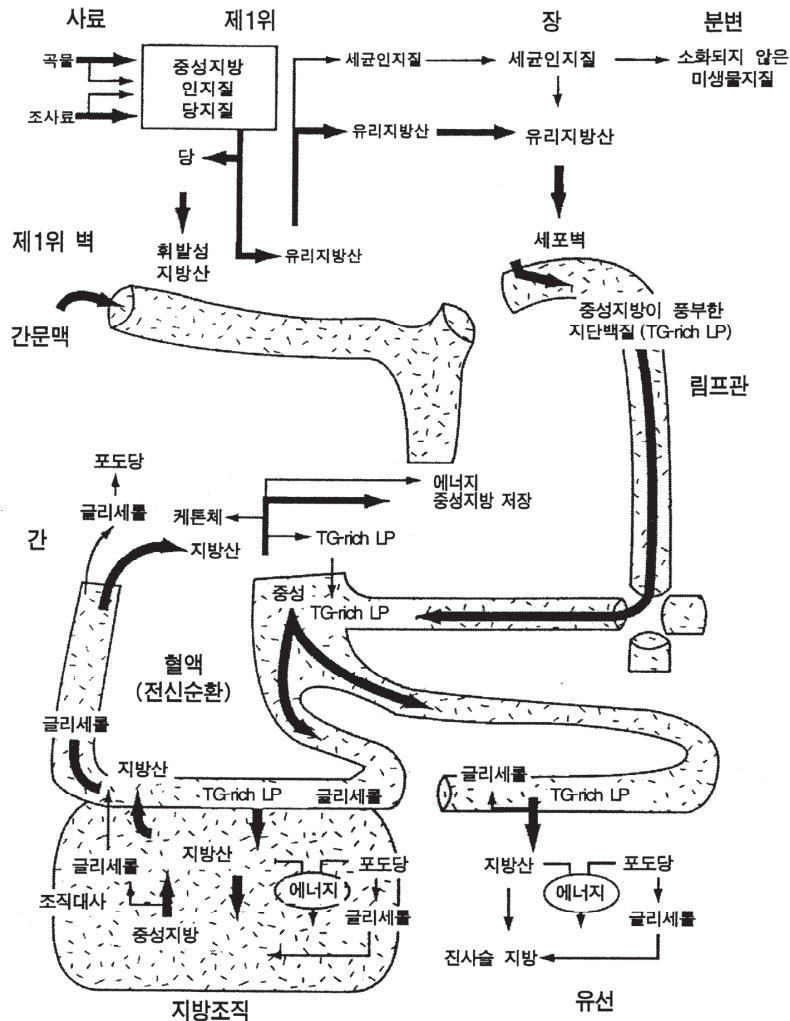
2) 반추위에서 지질의 분해

지질의 대부분이 제1위에서 글리세롤과 지방산으로 가수 분해된다. 가수분해 된 글리세롤은 신속하게 휘발성 지방산으로 발효되며, 일부 지방산은 세포막 형성에 필요한 인지질 합성을 위해 미생물에게 공급된다. 반추위 미생물은 포화되지 않는 지방산에 수소를 공급하여 지방산을 포화상태로 전환시킨다. 이러한 유리지방산(free fatty acid)은 사료나 미생물 입자에 부착하거나 정상적인 발효과정 즉 섬유소성 탄수화물 소화과정을 거친다. 하지만 사료 중 8% 이상의 지질이 공급되면 제1위에서 가수분해가 서서히 이루어져 반추위 미생물 성장을 억제하여 우유 생산과 유지방 합성에 부정적인 영향을 주며, 심할 경우에는 위무력증(inert)을 유도할 수 있다.

한편, 불포화 지방산은 포화 지방산보다 더욱 많은 부정적인 효과를 가져온다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 사료공장에서 곡물을 코팅하여 곡물 안에 있는 지질을 보호하거나, 지방산에 칼슘을 처리하여 제1위에서 용해되지 않고 제1위를 직접 통과하도록 하고 있다. 미생물의 인지질 이용은 제1위를 통과하는 지질의 10~15%를 차지하며, 나머지 85~90%는 사료와 미생물 입자에 부착된 형태로 팔미산(palmitic acid)과 스테릭산(stearic acids)과 같은 포화 유리지방산으로 존재한다.

3) 소장에서 지질의 흡수

미생물 인지질(microbial phospholipids)은 소장에서 소화되며, 소장 벽을 통하여 흡수되는 유리지방산의 저장에 이용된다(그림 4). 유리지방산은 간에서 분비되는 담즙, 췌장에서 분비되는 효소, 타액 중에 함유되어 있는 중탄산나트륨과 함께 소장의 내용물로 혼합된다. 소장에서 대부분의 유리지방산은 혈액의 포도당으로부터 유래한 글리세롤과 결합하여 중성지방을 형성한다.



〈그림 4〉 사료 중 지질의 대사과정 (출처: Warriau MA 1996)

중성지방, 일부 지방산, 콜레스테롤과 그 이외의 지질과 같은 물질은 단백질과 결합하여 중성지방이 풍부한 지단백질(triglycerides-rich lipoprotein)을 형성하며, 이것을 밀도가 낮은 지단백질(low density lipoprotein)이라 칭한다. 이 물질은 림프관과 흉관을 통하여 혈관조직으로 운반된다. 이와는 반대로 위장관을 통하여 흡수된 대부분의 지질은 일반적인 순환과정을 거쳐서 간에서 소화과정 없이 그대로 체내 조직에서 저장된 후 사용된다.

4) 유방에서 지질의 이용

우유에서 지방 합성의 절반은 유선조직의 지방산 흡수로부터 유래한다. 이러한 지방산은 주로 소장에서 흡수되고 중성지방이 풍부한 지단백질로부터 유래된다. 사료 중 16개 이상의 탄소를 가진 긴 사슬구조의 지방산 급여는 우유에서 지방의 분비를 증가시키지만, 다른 한편으로는 유선조직에서 탄소 수를 적게 함유한 지방산의 합성을 억제하게 된다. 따라서 섬유소가 적은 사료를 젖소에 급여하면 지방 분비가 현저하게 감소하므로 사료 중 지질의 추가적인 공급이 필요하게 된다.

5) 지방의 이동과 간의 역할

비유 초기 또는 사료 급여량이 적을 경우 젖소는 체내 에너지 유지를 위하여 사료에서 공급되는 에너지 이외에 지방조직으로부터 지방을 이동하여 에너지로 사용한다. 중성지방으로부터 유래한 지방산은 신장, 위, 복강, 뒷다리 아래에 위치한 지방조직에 저장된 것이다. 이러한 지방산은 혈액을 통하여 간으로 이동된 뒤 에너지로 사용되거나, 케톤체로 전환되어 체내 많은 조직의 에너지로 사용된다. 젖소의 간은 중성지방이 풍부한 지단백질(triglyceride-rich lipoprotein)을 합성하거나 전환하는 능력이 부족하기 때문에 과량의 이동된 지방산은 간세포 안에 중성지방(triglyceride)으로서 저장된다. 이렇게 간에 저장된 지방산은 비유 초기에 케토시스와 지방간과 같은 대사장애를 유도할 수 있다.

6) 우회지방의 역할

지질은 탄수화물보다 2.25배 이상의 에너지를 함유하고 있으며, 에너지로 이용시 탄수화물에 비하여 적은 열을 발생시키기 때문에 『차가운 영양소(cold nutrient)』로 정의하고 있다. 따라서 젖소 사료 중 지질의 증가는 3가지의 효과를 가져올 수 있다. 첫째, 사료 중 섬유소 공급이 제한될 경우 에너지 농도를 증가시킬 수 있다. 둘째, 에너지 공급 불균형을 나타내는 비유 초기에 탄수화물이 풍부한 농후사료 공급을 제한할 수 있다. 셋째, 무더운 날씨에 착유소의 고온 스트레스를 감소시킬 수 있다.

한편, 사료 섭취량과 우유 생산량은 사료 중 함유된 지질의 형태에 따라서 매우 다양한 반응을 나타낸다. 사료 중에 존재하는 지질의 함량이 일일 1.5kg 이상일 때 총 지방의 6~8%가 지방으로 전환되어 부정적인 영향을 미치므로 건물 중 지질의 함량이 5% 정도 급여시 우유 생산을 최대화 할 수 있다. 일반적으로 우회지방은 0.1%의 우유 단백질의 감소를 가져온다. 이와 같이 지질을 과다하게 급여했을 경우 사료섭취량, 유량, 유지방 농도의 감소를 가져올 수 있다.

4. 젖소의 유성분 함량에 영향을 주는 요소

가. 유전적 요인

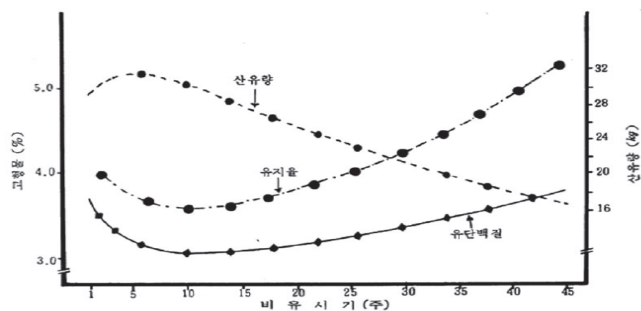
젖소의 품종, 계통, 우군, 종모우 등 개체의 유전적 요인에 의하여 유성분 함량이 달라지는데 이 중에서도 가장 중요한 것은 <표 1>에서와 같이 품종과 계통이다. 품종별로 유지방의 차이(Holstein < Ayrshire < Jersey < Guernsey)가 있으므로 선천적으로 저지방의 원유를 생산하는 개체는 종축 개량을 유도해야 한다<표 1>. 똑같은 홀스타인종이라도 한국은 미국, 캐나다에 비해서 유지방은 높고 유단백질은 낮다.

표 1 젖소 품종별 유량 및 유성분의 차이

구분	품종			
	저지(Jersey)	건지(Guernsey)	에어셔(Ayrshire)	홀스타인(Holstein)
총고형분(%)	4.17	13.75	12.52	12.23
무지고형분(%)	9.27	9.15	8.62	8.53
지방(%)	4.9	4.6	3.9	3.7
단백질(%)	3.8	3.6	3.3	3.1
유당(%)	4.7	4.8	4.6	4.7
회분(%)	0.77	0.75	0.72	0.73
수분(%)	5.50	86.30	7.50	7.80
유량(kg)	5566	5596	6141	8425

나. 생리적 요인

우유 중 유성분 함량에 영향을 주는 생리적 요인으로는 비유단계, 연령, 착유간격, 착유과정, 임신 등을 생각할 수 있지만 가장 큰 영향을 미치는 것은 비유단계와 연령이다. <그림 5>에서와 같이 분만 후 날씨가 지남에 따라 유량은 점점 줄어들지만 반대로 단백질은 늘어난다. 다시 말해서 유단백질은 초유 중에 높은 농도를 함유하고 있다가 점차적으로 감소하여 분만 후 10주째에 3.0% 이하의 가장 낮은 농도를 나타낸 뒤 점차적으로 회복된다. 비유기에 이어 생리적 변동 요인의 다른 하나는 연령이다.



<그림 5> 비유단계별 산유량, 유지율, 유단백질의 변화 추이

단백질은 초산 이후에 가장 높고, 그 이후 점차적으로 저하된다. 그러나 이 변동은 비유단계의 진행에 따른 변동에 비하면 작다. 젖소 개체별로 보았을 때 유단백질 함량은 약간의 차이를 나타낼지라도 한 농가나 한 지역 전체로 보면 여러 젖소의 우유가 함께 섞여지기 때문에 생리적 요인에 의한 변화는 없게 되는 경우가 많다. 그러나 모든 소의 분만이 일시에 집중된 경우에는 단백질의 저하를 초래할 수도 있다.

다. 환경적(계절적) 요인

겨울철에 비하여 여름철에는 유지율이 평균 15~20% 낮게 나타나는데 이는 고온 스트레스(산유량 및 유지율 유지에 적온은 10℃), 식욕감퇴 및 조사료 섭취량 저하, 여름철 청초의 과다섭취 등에 있다. 예방 대책으로는 여름철에 운동장의 그늘막 설치 및 대형 환풍기를 이용하여 환기를 유지시켜 젖소의 체감 온도를 낮춰주어야 한다.

라. 사료적 요인

1) 사료 내의 조섬유 함량

급여하는 전체 사료 중에 조섬유 함량이 최소 17%는 넘어야 한다. 대체로 조섬유 함유량을 맞추기 위해서는 조사료 섭취량이 건물기준으로 체중의 약 1.5% 또는 적어도 전체 건물 섭취량의 40%는 되어야 한다.

2) 곡류 사료의 과다 급여

곡류 사료를 많이 급여하면 젖소의 침 분비가 적어져서 제1위 내로 들어가는 타액 분비가 저하된다(표 2).

표 2 사료 종류가 타액 생산에 미치는 영향

사료	건물함량 (%)	타액분비량 (L/일)
알팔파 헤이레지	42	110
화본과 건초	90	178
종질의 건초	87	149
40%건초+60% 착유사료	90	123
13%건초+87% 착유사료	90	108

3) 수분 함량이 많은 곡류나 조사료를 급여할 경우

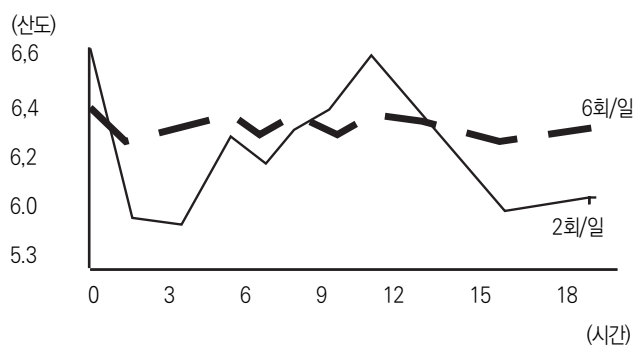
수분 함량이 많은 곡류나 조사료를 급여할 경우도 젖소의 침 분비가 적어져 유지율이 떨어지게 된다.

4) 사료 입자의 크기

사료 입자의 크기도 유지율에 영향을 준다. 따라서 사료의 입자가 너무 곱지 않도록 해야 한다. 벧짚, 수단그라스, 옥수수를 베어 먹일 때 5cm이하로 잘게 썰어서 급여하지 않도록 해야한다. 너무 잘게 썰어서 주면 되새김질을 적게 하게 되고 되새김질을 적게 하면 타액 분비가 적어지므로 결국 반추위 산도가 낮아져 미생물의 수와 성장이 위축되고 균형이 깨져서 젖소는 소화불량, 사료 섭취량 감소 등으로 인하여 유지방의 저하를 초래한다.

5) 사료급여 간격

사료를 자주 급여할수록 타액분비를 촉진시켜 반추위 내의 산도를 6.3 전후로 일정하게 유지시킴으로 유지율은 증가한다(그림 6, 표 3).



〈그림 6〉 사료급여 횟수가 반추위 내의 산도에 미치는 영향

표 3 사료 급여 횟수와 유지율 관계

일일 사료 급여 횟수	평균 유지율
2회	3.6%
6회	4.0%

6) 사료 내의 단백질 함량

사료 내의 단백질 함량도 유지율에 영향을 준다. 따라서 유지율을 적절하게 유지하는 가장 좋은 방법은 균형된 영양공급, 합리적 사양관리 및 완충제를 급여하는 것이다. 유지율 저하의 원인을 예방하기 위한 사료적 요인의 주요 내용 및 관리 대책을 요약하면 다음과 같다.

① 전체 사료 중 조섬유 함량이 최소 17% 이상이 될 수 있도록 급여해야 한다. 조섬유는 반추가축에게 에너지를 제공하고, 반추작용과 타액분비를 촉진하며, 반추위 매트를 형성함으로써 반추위 환경을 적절하게 유지하여 반추위과산증을 예방한다. 한편, 반추위의 섬유소분해미생물의 최적 산도는 6.8이며, 전분 분해미생물은 5.8이다. 따라서 조섬유 함량이 부족할 경우 반추위가 산성화되어 섬유소 분해 미생물의 성장이 저하되고 유지방의 주요 공급원인 초산의 합성이 억제되어 유지율의 저하를 가져온다.

② 곡류 사료를 많이 급여하거나, 수분 함량이 높은 곡류나 조사료를 급여하거나, 또는 사료입자를 너무 잘게 찢어서 주면 되새김질이 적게되어 젖소의 침 분비가 감소된다. 이럴 경우 반추위가 산성화되어 섬유소를 분해시키는 미생물 수와 성장이 위축되고 균형이 깨져서 젖소는 소화불량, 사료 섭취량 감소 등으로 인하여 유지율이 떨어지므로 목장에서는 사료급여시 위의 사항을 주의해야 한다.

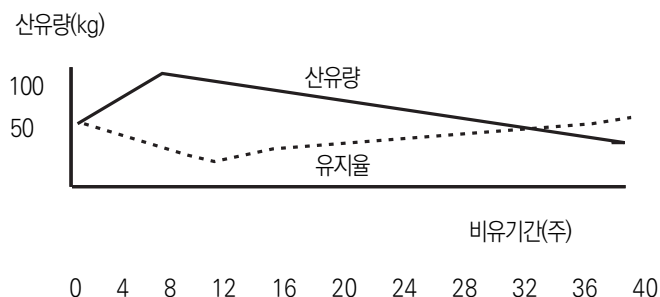
③ 사료를 자주 급여할수록 타액 분비를 촉진시켜 반추위 산도를 6.3전후로 일정하게 유지함으로써 유지율이 증가한다. 실제 일일 사료 급여를 아침·저녁으로 2회 급여한 경우 유지율이 3.6%인데 이것을 6회로 나누어서 급여하면 4.0%로 유지율을 증가시킬 수 있다.

④ 사료 내 단백질 함량도 유지방에 영향을 주므로 균형 잡힌 영양소를 공급해야 한다.

마. 착유 및 원유관리에 의한 요인

1) 비유단계

유량이 최고에 이르는 분만 6~10주에는 유지율이 저하된다<그림 7>.



〈그림 7〉 비유단계별 산유량과 유지율 비교

2) 착유 방법

착유 후 처음 나오는 원유의 유지율은 낮고, 나중에 짜는 원유의 유지율은 높다. 따라서 마지막 우유까지 완전히 짜내도록 해야 유지율이 높아진다.

* 초기 : 1.73%, 중기 : 2.7~3.8%, 말기 : 4.8%

3) 착유 간격

착유 간격도 유지율에 영향을 주지만 다른 요인에 비해 그리 크지는 않다. 예를 들면 첫 번째 착유 간격은 10시간이고, 그 다음 착유 간격이 14시간이면 10시간 후에 짜낸 유지율이 더 높게 된다.

4) 비유 연령

일반적으로 초산우에 비하여 경산우에서 유지율이 높다.

5) 원유 보관방법

냉각기 온도 및 교반기 작동상태 등에 의해서 유지율이 변동될 수 있다.

바. 질병에 의한 요인

젖소가 질병에 걸리면 사료 섭취량이 떨어진다. 따라서 산유량은 감소하는 반면 유지율은 높아진다. 그러나 유방염에 감염되었을 경우에는 유선의 대사기능을 떨어뜨리기 때문에 유지율이 떨어진다<표 4>.

표 4 정상 우유와 유방염 우유의 성분 차이

구분	정상 우유	유방염 우유
무지고형분	8.54	7.01
단백질	3.25	2.87
유당	4.57	3.02
지방	3.42	3.21
무기질	0.72	1.12

5. 유지방 저하 예방을 위한 점검사항

1) 환경적 측면

① 젖소의 체감온도를 낮추도록 사육환경을 관리해야 한다.

젖소는 24℃ 이상의 고온에서 사료 섭취와 우유 생산이 감소하게 된다. 그늘막을 설치해주면 직접 햇빛을 받는 경우보다 복사열을 30% 가량 줄일 수 있다. 그러므로 사료조, 급수조 주변과 운동장에 그늘막을 설치하는 것이 고온 스트레스를 줄여 사료 섭취를 저하에 도움이 된다. 만약에 그늘 면적이 좁으면 그늘진 곳에 소가 몰리고 배설물이 증가하기 때문에 운동장 바닥이 질어지게 되어 여러 가지 부작용이 속출하게 된다. 그러므로 농가에서는 남북방향으로 두당 면적 5㎡ 이상, 높이 4m 이상으로 1~2%의 경사가 우사 내부 면적의 1/2 수준이 되도록 차광재를 씌워주어야 한다.

하지만 외부 온도가 너무 높을 경우에는 선풍기를 이용해도 소의 체온을 저하시키는 것은 어렵다. 그리하여 최근에는 고온 스트레스가 심한 농장의 경우에는 지붕 위에 스프링쿨러 또는 안개 분무 설치가 권장된다. 즉, 외부 기온이 약 29.4℃ 이상으로 올라갈 때 젖소의 체감 온도를 낮추기 위하여 매 15분마다 10~15초간 젖소 등위로 물을 뿌려주거나, 진공펌프를 이용하여 압력을 발생한 다음에 분무 장치를 설치하여 일정 간격으로 열린 안개를 분출시켜서 기화열에 의해 주위 온도가 내려가도록 하여 체감온도를 떨어뜨리도록 해야 한다. 하지만 분무량이 많아서 바닥이 젖어 습도가 높아지면 오히려 문제가 발생하므로 물을 적게 사용하여 분무하도록 해야 한다. 따라서 일반적으로 우사 내 분무 권장 방법은 2분간 분무하고 10분간 정지시키는 것이다.

② 우사 환기상태를 점검하여 개선한다.

우사의 환기 상태가 적절하지 못한 경우, 특히 암모니아 냄새가 심한 경우에는 사료 배합비가 적절하더라도 젖소의 사료 섭취는 감소된다. 환기가 잘 안 되는 우사는 소들이 한쪽에 몰려있거나, 서있는 소들이 많거나 거미줄이 많다. 이러한 농장은 자연바람과 환풍기를 이용하여 환기 개선 조치가 필요하다. 우선, 우사가 곤포사일리지 등으로부터 개방되어 공기가 잘 통하도록 해주어야 한다. 그리고 환풍기를 적절하게 설치하여 우사 안의 덥고 습한 공기, 암모니아 가스 등 유해가스를 제거하고, 외부로부터 신선한 공기가 들어오도록 해야 한다. 환풍기의 설치 간격은 환풍기의 용량과 소의 밀집 사육 정도에 따라서 고려되어야 한다.

일반적으로 직경 1m의 크기의 환풍기를 분당 풍량 330m³, 초당 풍속 2~3m가 되도록 축사면적 50m²당 1대씩 여름철의 주풍향 방향으로 축사의 바람 부는 방향을 등지게 설치해야 한다. 또한, 바닥에서 2.7m 높이로 수직방향보다 약간 기울인 15~30° 각도로 10m 마다 설치하되 우사 내 사각지대가 없도록 지그재그 형태로 환풍기를 설치하여 공기 흐름이 막히지 않도록 해야 한다. 우사 이외에도 착유대기장 등에도 설치가 필요하다. 무더운 여름철에 환풍기 사용의 주요 목적은 체감온도를 낮추기보다는 공기 흐름을 원활하게 하기 위한 것이다. 공기흐름을 평가하기 위해서 바람은 풍속계나 연기로 측정한다. 축사의 적정 환기상태 평가시 이산화탄소 농도는 1,000ppm 내외로 유지되어야 한다.

③ 밀집사육이 되지 않도록 한다.

사육 밀도는 축사 내 공기와 우사바닥을 오염시키는 주요 요인이다. 밀집 사육은 오염 수준과 감염원에 대한 노출 빈도를 증가시키며, 휴식 및 급식 상태가 불편하게 되어 질병에 대한 노출이 증가하게 된다. 특히, 사료섭취 공간이 부족할 경우에 힘이 약한 젖소(산차가 늦거나 분만한지 얼마 안 된 소, 병약한 소)는 힘 센 젖소에 밀려서 폭식성 사료섭취(1회 사료섭취량이 정상 이상으로 높은 현상)에 따른 반추위과산증 발생으로 연변 설사, 식체의 원인이 된다.

이와 더불어 밀집사육에 의하여 우사의 바닥상태가 불량하게 되면 소들은 자리에 앉으려하지 않고 오랫동안 서 있기 때문에 적절한 되새김질이 부족하게 되어 소화 효율 저하를 초래하게 된다. 이러한 요인들이 결국에는 식욕부진에 의한 체지방 분해 증가, 지방간 및 케토시스, 유방염, 제4위전위증과 같은 질병이 발생하게 되어 유단백질 저하의 원인이 된다. 특히, 최근 농가 사육규모의 규모화에 의하여 농가별 사육두수가 급격히 증가하여 밀집사육에 의한 부작용이 더욱 문제되고 있다.

표 5 유지방 저하 원인과 대책

원인	점검사항	대책
1. 사료적 요인	1) 농후사료의 과다급여 및 조사료 부족	① 조농비율이 4:6이 넘지 않도록 한다. ② 농후사료는 1일 4~6회로 나누어 급여한다. ③ 중조를 1일 150~180g 급여한다. ④ 반추위 보호지방을 100~300g 급여한다(건초, 알팔파큐브, 펠렛, 비프펠트 등의 충분 급여). ⑤ 아침 첫 사료는 긴 건초를 급여한다(말린 청초)

원인	점검사항	대책
	2) 잘못된 사료급여 방법	① 보철 청초의 주성분은 전분과 당분이고, 조섬유는 부족하므로 볏짚과 함께 급여한다. ② 분쇄된 조사료는 유지율을 떨어뜨린다. ③ 수분이 많은 청초는 약간 말려서 급여한다. ④ 변질된 사료의 급여 금지(특히 보철의 볏짚, 사일리지) ⑤ 가열된 곡류사료 급여 금지(팝콘, 라면 부산물) ⑥ 부산물 사료의 과급 금지(비지, 맥주박 7kg이내) ⑦ 유지율 저하 사료 과급금지(쌀겨, 간유)
	3) 급격한 사료 변경	① 모든 사료는 최소 10일 이상의 기간을 두고 서서히 교체 급여한다. ② 배합사료의 급격한 변경금지 ③ 단미사료의 급격한 변경금지 ④ 조사료의 급격한 변경금지 (사일리지→호밀, 수단, 산야초→세질 옥수수) ⑤ 수단그라스 등의 화본과 조사료의 단종 급여보다는 두과목초 또는 산야초를 혼합 급여.
	4) 영양소의 부족	① 건물, 에너지, 단백질의 충분한 급여 ② 물, 소금, 미네랄, 비타민의 충분한 급여 ③ 젖소의 영양분 요구량과 비유 시기별 적정사료 급여량을 계산하여 급여
2. 젖소의 개체별 능력저하	1) 고질적인 저지방 젖소 2) 분만우의 높은 비율	① 개체별 유지방 검사를 실시하여 저지방 젖소를 도태 또는 갱신하도록 한다. ② 저지방 젖소에게는 지방이 높은 종모우를 사용하여 후보축의 능력을 개량한다. ③ 계획분만을 유도하여 분만우를 시기적으로 분산한다. ④ 건유시에 구충제를 투여한다.
3. 환경 및 젖소 관리의 불합리	1) 더위 스트레스	① 그늘막, 샤워시설을 설치하여 더위 스트레스를 최소화 한다. ② 더위에는 사료섭취량 감소로 산유량 저하와 동시에 유지방율의 저하가 일어나므로 급여하는 사료의 영양분 농도를 높여준다. ③ 조사료는 아침 저녁 서늘한 때에 급여한다.
	2) 통풍과 환기 운동부족 피부관리 발굽관리	① 통풍과 환기가 잘되도록 시설 개선을 한다. ② 하루 1시간 정도 운동시킨다. ③ 하루 한차례 피부손질을 한다. ④ 정기적인 발굽관리를 한다(소독조 설치).
4. 착유 및 원유 관리의 불합리	1) 착유방법	① 착유는 쾌적한 분위기에서 한다. ② 젖소를 때리거나 놀라게 하지 않는다. ③ 일정한 간격으로 착유를 한다(12시간 간격). ④ 착유 횟수를 늘리면 산유량과 함께 유지방율이 향상된다. ⑤ 부드럽고 충분한 마사지를 한다. ⑥ 후착유를 철저히 한다.
	2) 원유관리	① 착유된 원유는 신속히 5℃이하로 냉각한다. ② 냉각기 밑바닥에서 동결되지 않도록 한다. ③ 냉각속도, 교반기 작동상태를 점검하여 버터립이 생성되지 않도록 한다. ④ 우유를 납유하기 전 교반기 스위치를 수동으로 전환하여 충분히 교반한다.
5. 유방염 관리	유방염의 존재 여부	① 정기적인 유방염 검사로 준임상형 유방염을 철저히 관리한다.

2) 사료·영양적 측면

① 물 섭취율을 높인다.

우유 중 물은 85% 이상을 차지하며, 젖소는 많은 양의 우유 생산과 조사료 섭취를 위해서 충분한 양의 물 섭취가 필요하다. 즉 우유 1kg을 생산하는데 있어서 필요한 음수량은 약 4~5리터이다. 여름철에는 높은 외기 온도에 의해 증가된 체내 열을 체외로 발산시키기 위하여 소는 땀을 흘리거나 호흡수를 증가시키지만, 이러한 활동은 체내 수분을 급격히 감소시키기 때문에 충분한 양의 물이 필요하다.

일반적으로 젖소의 물 요구량은 적온(5~15℃)시의 요구량에 비하여 고온시 25~50% 정도까지 증가한다. 또한, 젖소가 급수조를 통해 마시는 물의 양은 총 요구량의 80~90%를 차지한다. 따라서 물은 우사 내에서 또는 운동장에서 언제든지 자유롭게 마실 수 있도록 해야 한다.

물 섭취량을 높이기 위한 조치는 다음과 같다. 첫째, 급수조는 사료조에서 최소한 15m 이내에 설치되어야 한다. 사료조로부터 급수조 설치장소가 멀리 떨어져 있을 경우에 젖소가 급수기에 접근하는 횟수가 줄어들게 되어 음수량이 제한될 수 있기 때문이다. 급수조의 길이는 두당 50~60cm 정도, 높이는 60~80cm 정도가 적당하며, 젖소가 최적의 음수량을 유지할 수 있도록 10두 당 1개 이상의 급수조에서 분당 11~19리터의 물이 공급되도록 설치되어야 한다. 농장에서는 최소한 착유우 15~20두마다 2~3m 급수조가 필요하다.

둘째, 젖소는 착유 후 1시간 이내에 일일 음수량의 30~50% 정도를 집중적으로 섭취하며, 음수량은 분당 4~15ℓ 정도를 섭취하게 되므로 착유실 출구 근처에 수조를 추가로 설치해야 한다. 셋째, 15~17℃ 이하의 시원하고, 청결하고, 신선한 물을 공급하고 유지하기 위하여 물통에 녹색 조류(이끼)가 끼지 않도록 1일 1회 청소를 실시해야 한다. 만약에 소들이 물을 훔아 먹는다든지 등의 물 섭취 행동의 변화를 보이거나 사료 섭취량이 감소할 경우에는 물 섭취에 있어서 문제가 있는 것을 의미하므로 원인을 점검해서 개선하도록 해야 한다.

② 사료 배합비를 조절하여 발효열을 줄이고, 비타민 및 광물질을 보충한다.

더위 스트레스로 인하여 사료 섭취량이 떨어지는 것은 생리적으로 피할 수 없는 현상임을 인식하고, 여기에 맞는 사료 급여 계획을 수립해야 한다. 소는 발효열에 의하여

반추위 내 온도는 40℃ 정도를 나타내는데 여름철에는 이러한 높은 반추위 온도가 사료 섭취를 감소하게 된다.

따라서 농가에서는 반추위 내 발효열을 최소화하기 위하여 섬유소가 함유된 조사료 급여량을 약간 줄이고, 고온에 따른 에너지 소비량이 증가됨으로 인하여 에너지 보강 차원에서 보호 지방을 추가 급여하고, 에너지 및 단백질 보강 차원에서 농후사료 급여량을 약간 늘린다. 다만, 농후사료 과다 급여에 따른 부작용을 줄이고, 정상적인 발효를 촉진시키기 위해서 적당량의 양질의 건초를 최우선적으로 급여하도록 한다.

또한, 하절기에는 조사료 섭취량 감소와 무더운 기후조건 하에서 물을 많이 마시고 체내의 발산, 침 흘림이 많아져 젖소는 많은 양의 광물질을 상실한다. 따라서 칼륨(1.5%~1.7%), 나트륨(0.45%~0.5%), 마그네슘(0.3%~0.4%) 등이 함유된 광물질 제제를 충분하게 공급하도록 해야 한다. 또한, 사료 및 음수량 섭취율을 높이기 위하여 소금은 자유 급여하고, 비타민 및 광물질은 평소보다도 20% 정도 추가 급여한다.

③ 신선하고, 기호성이 좋은 사료를 급여하고, 곰팡이에 오염되지 않도록 한다.

소는 냄새와 맛에 굉장히 민감하다. 사료조, 사조, 우사 환경에서 생성되는 소가 싫어하는 각종 냄새와 너무 거친 것은 사료 섭취량 저하의 직접적인 원인이 된다. 특히, 사료 자체의 비정상적인 냄새나 사료조와 사료에 곰팡이가 오염된 경우, 그리고 사료 내 이상 발효에 의한 냄새는 사료 섭취량 감소에 매우 큰 영향을 주게 된다. 특히, 계절적으로 한 낮의 기온이 30℃ 이상을 나타내는 고온 다습한 환경은 미생물 증식에 가장 적합한 조건이 된다. 효모제를 이용하여 TMR 사료를 발효시켜 소에게 급여할 경우 이상 발효에 의한 사료의 냄새 및 맛의 변화로 인하여 사료섭취율이 감소된다.

따라서 농장에서는 사료급여전 사료의 기호성 및 위생 상태 등을 점검하여 사료에서 이상한 냄새가 발생하지 않는지 점검하도록 해야 한다. 이상한 냄새가 있을 경우에는 효모의 오염 여부 및 저질의 사료가 혼합되었는지, 또는 사료의 이상 발효는 없었는지 확인한다. 만약 이상 발효가 있으면 사일리지 또는 젖은 사료에 곰팡이 또는 효모가 오염되었는지를 점검해 보아야 한다.

하절기에는 사일리지 등 수분이 많은 발효사료는 오래 두면 변질되기 쉬우므로 1~1.5시간 내에 다 먹을 수 있는 분량으로 자주 급여해야 한다. 또한, 특정한 사료를 골라먹거나 사료조에 특정한 사료가 남아 있는 경우에는 조사료 입자의 크기와 질 상태 등의 점검이 필요하다.

④ 사료조의 적정 공간을 확보하고 청결하게 관리해야 한다.

사료 급여시에는 우군 서열 다툼에 따른 스트레스를 줄이기 위하여 사료조의 공간이 사료 섭취를 위한 소의 규모와 적절한지 점검해야 한다. 적절하지 못할 경우에는 전체적 또는 개체별로 사료 섭취량이 감소하고, 우군 간 영양상태 불균형을 초래할 수 있기 때문에 120%의 사료조를 확보하거나 적절한 상태의 우군 재편성이 필요하다. 특히, 초산우, 분만우를 포함한 비유초기 소와 고능력우를 별도의 다른 우군에 편성하여 급여하는 것이 적극 권장된다.

사료조의 청결상태는 양호한지 매일 점검한다. 사료조가 청결하지 않으면 사료가 오염되기 쉽다. 사료조에 갈라진 틈이 있을 경우에는 미생물의 오염장소가 될 수 있기 때문에 특별 관리가 필요하다. 사료조에 남아 있는 사료가 없어서는 안 되고 3%이상 남아 있다면 환경 또는 우사의 사양관리 상태 등의 변화가 있었는지 점검해야 할 것이다.

제4장 유단백질 저하 요인과 예방대책

1. 우유 중 단백질 관리의 필요성

사람 모유와 우유의 성분을 비교해 보면 단백질 및 유당 함량에 있어서 매우 큰 차이를 나타낸다. 즉, 우유의 단백질 함량은 3.2% 정도를 나타내어 모유보다 3배 정도 높지만, 유당은 2배 정도 적게 함유되어 있다. 이렇게 모유와 우유의 영양 성분의 차이는 사람과 젖소의 소화구조에 의해서 나타난다.

젖소는 사람과 달리 4개의 위를 가진 반추동물로서 반추위 내에는 위액 ml당 세균, 원충과 같은 미생물 약 100억 마리가 서식하고 있어서 단위동물이 이용할 수 없는 비단백태 질소화합물을 모두 이용하여 우유 단백질 합성에 활용한다. 따라서 영양학적으로 우유를 섭취해야 하는 주된 이유는 단백질 함량이 높기 때문이다. 대부분의 국가에서는 유단백질 관리기준을 3.2~3.4%로 설정하여 이 보다 낮은 원유에 대해서는 벌과금(penalty)을, 높은 우유에 대해서는 장려금(premium)을 지급하고 있다.

국내에서도 정부의 낙농 선진화 정책에 의하여 2014년 1월부터는 낙농가의 생산성 향상 및 저지방·고단백질, 고품질 우유를 선호하는 소비자의 기호를 충족하기 위하여 원유가격 산정체계가 조정되었다. 즉, 유지방의 경우에 기존 상한선이 4.1%에서 3.8%로 하향 조정되었고, 하한선이 2.9%에서 3.0%로 상향 조정되었다. 2023년 1월 1일 기준 유단백질 가격 체계는 유단백질 함량 3.0% 미만은 0원, 3.1% 미만은 4원, 3.2% 미만은 11원, 3.2% 이상은 19원 등 4개 구간으로 구분하여 장려금이 각각 지급되었다. 이와같이 유단백질이 유대 가격 체계에 반영되면서 농가에서는 관리기준 설정 및 이를 달성하기 위한 노력이 필요한 실정이다.

2. 유단백질의 생성 기전

사료 중 단백질은 체유지, 성장, 송아지 생산, 그리고 착유에 필요한 아미노산을 공급한다. 단위동물은 사료 중에 함유된 아미노산 전구물질을 필요로 한다. 하지만 반추동물은 비단백태 질소로부터 아미노산과 단백질을 합성할 수 있는 능력이 부족하기 때문에 제1위에 있는 미생물을 통하여 질소를 이용한다. 또한 반추동물은 질소를 보유할 수 있는 기전을 가지고 있다. 즉, 사료 중 질소 함량이 낮을 때는 뇨 중에 정상적으로

분비되는 많은 양의 요소를 제1위벽에서 재흡수하여 미생물에 의해서 다시 이용한다. 젖소가 유일한 질소공급원으로 비단백태 질소를 함유한 사료를 공급받을 경우 일일 580g의 우유 단백질과 전비유기간을 통하여 4,000kg의 우유를 생성할 수 있는 것으로 알려져 있다.

1) 반추위에서 단백질의 전환

사료 중 단백질은 반추위 미생물에 의해서 아미노산으로 분해되어 암모니아와 지방산으로 전환된다. 사료로부터 공급된 비단백태 질소와 타액 또는 제1위 벽을 통하여 제1위로 재순환 된 요소는 제1위에서 암모니아로 저장된다. 만약 제1위 내 암모니아 농도가 너무 낮으면 미생물에게 공급할 질소가 부족하게 되어 소화효율이 감소하게 된다. 이와는 반대로 암모니아가 너무 많으면 암모니아 중독증을 나타내는 등 부정적인 영향을 가져온다.

표 1 소장 내 반추위 미생물 종류별 질소 소화율 비교

구분	평균 (%)	세균(%)	프로토조아(%)
단백질(protein)	47.5	38-55	-
핵산(nucleic acids)	27.6	-	-
지질(lipid)	7.0	4-25	-
탄수화물(carbohydrates)	11.5	6-23	-
펩티도글리칸(peptidoglycans)	2.0	-	-
광물질(minerals)	4.4	-	-
조단백질(crude proteins)	62.5	31-78	24-49
소화율(digestibility)	71	44-86	76-85

한편, 미생물체 단백질 합성에 필요한 암모니아의 양은 탄수화물 발효에 의해 생성된 에너지에 의해서 결정된다. 평균적으로 미생물체 단백질 20g은 제1위에서 발효된 유기물질 100g에 의해서 합성된다. 일일 미생물체 단백질 합성량은 사료의 소화율에 따라 다르지만 400~1500g까지 매우 다양하고 미생물에서 이용되는 단백질의 비율은 전체의 38~55%를 나타낸다(표 1). 그러나 젖소가 좀 더 많은 사료를 섭취할 경우 세균은 더욱 많은 단백질을 포함하며 제1위에서 4위까지 더욱 신속하게 통과될 것이다.

일반적으로 사료 중 단백질은 반추위에서 잘 분해되지 않고, 소장으로 곧 바로 이동한다. 반추위에서 분해가 잘 되지 않는 이유는 단백질 공급원의 종류 등 다양한 원인이 있다. 조사료에 함유되어 있는 단백질의 반추위 분해율은 60~80% 정도이지만 농후사료 또는

식품 부산물의 분해율은 20~60%이다. 어떤 미생물체 단백질은 제1위에서 분해되지만 대다수의 미생물체 단백질은 사료에 부착되어 제4위로 흘러 들어간 다음 제4위에서 분비되는 강산에 의해서 모든 미생물 활동이 정지된 후 소화 효소에 의해서 아미노산으로 분해된다. 소장을 통하여 흡수되는 아미노산의 60%가 미생물체 단백질이며, 나머지 40%는 반추위에서 분해되지 않는 단백질이다.

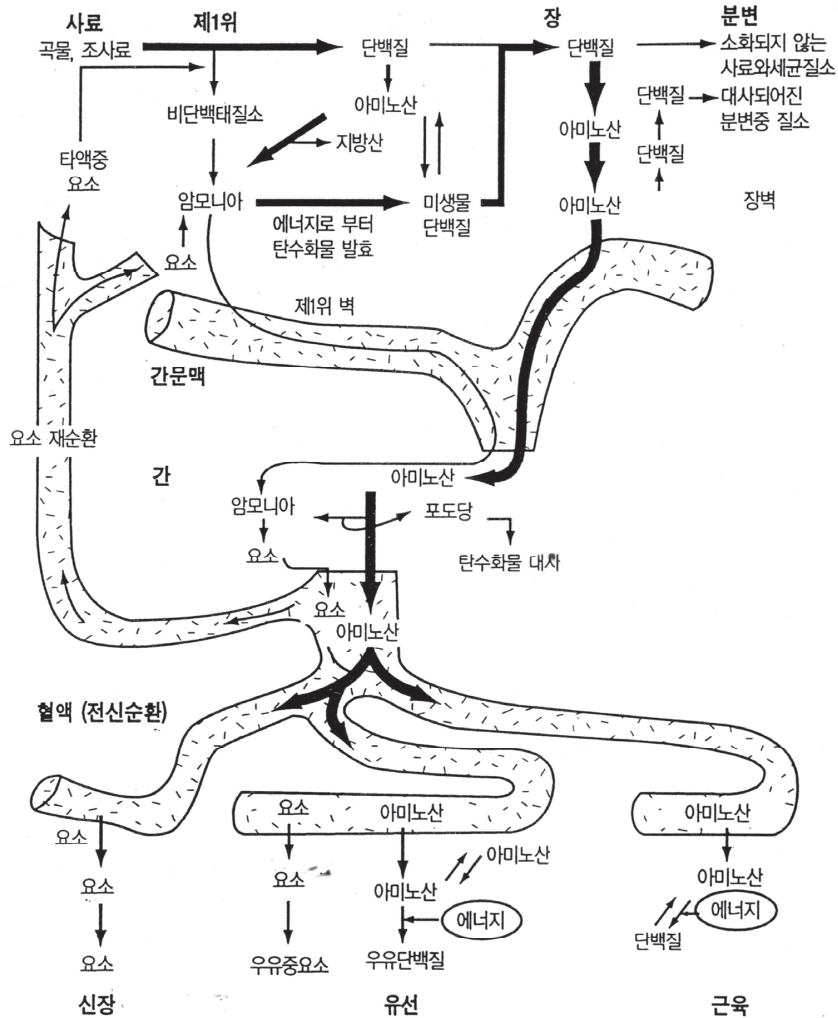
미생물체 단백질의 아미노산 구성 비율은 사료 중 단백질 구성의 변동에도 불구하고 상대적으로 일정하다. 이것은 유선에서 우유 합성에 필요한 필수 아미노산이 미생물체 단백질과 비슷하기 때문이다. 그러므로 사료 중 단백질이 미생물 단백질로 전환하는 것은 매우 유용한 과정이다. 예외적으로 질 좋은 단백질과 제1위에서 생산된 암모니아가 발효 에너지 부족으로 인하여 체내 단백질로 이용되지 못하는 경우가 있으므로 단백질 효율을 높이기 위해서는 균형적인 에너지 공급이 선행되어야 할 것이다.

2) 분변에서의 단백질 전환

소장에 도달한 단백질의 80%는 소화되고 나머지는 분변으로 배출되며, 분변 중에 함유된 대부분의 질소 공급원은 소장에서 분비된 소화효소로부터 유래한다. 평균적으로 젖소에 의해 섭취된 건물량이 1kg 증가할 때마다 소장에서 손실되는 체내 단백질은 33g이며, 이것이 분변으로 배출된다. 그러므로 반추동물의 분변은 단위동물과 비교했을 때 유기물이 많이 함유되어 있으며, 그 중에서도 2.2~2.6%의 질소와 14~16%의 조단백질과 동등한 영양소를 함유하고 있다.

3) 요소 재순환과 간 대사

발효 에너지가 부족하거나, 조단백질이 과다하거나, 반추위 분해성이 높은 단백질 사료를 공급했을 때 제1위에서 생성된 모든 암모니아는 미생물체 단백질로 전환되지 않는다. 과량의 암모니아는 제1위벽을 통과하여 간으로 운반된 다음, 간에서 암모니아를 요소로 전환한 뒤 혈액으로 방출된다. 이렇게 혈액으로 방출된 요소는 제1위벽 또는 타액을 통하여 제1위로 재순환하는 것과 신장에서 뇨로 배출하는 두 가지 경로를 거친다. 요소가 제1위로 재순환하면 이것은 암모니아로 전환된 뒤 미생물 성장에 필요한 질소 공급원으로 제공된다. 사료 중 조단백질 비율이 낮을 경우에는 뇨 중에 있는 대부분의 요소가 체내로 재순환하므로 뇨 중으로 배출되는 양은 거의 없다. 그러나 사료 중 조단백질 함량이 높은 경우에는 재순환되는 요소의 양은 적어지며, 뇨 중으로 배출되는 양은 더욱 많아질 것이다(그림 1).



〈그림 1〉 사료 중 단백질의 대사 및 우유 단백질 생성 과정 (출처: Warriau MA 1996)

4) 우유 단백질의 합성

비유기간 동안 유선은 우유 중의 단백질 합성을 위해서 많은 양의 아미노산을 필요로 하며, 유선에서 아미노산의 대사과정은 매우 복잡하다. 아미노산은 또 다른 아미노산으로 전환되거나 에너지를 생성하기 위해서 산화된다. 유선에서 흡수되는 대부분의 아미노산은 우유 단백질 합성에 사용된다. 즉 우유 1kg 생산시 30g의 단백질이 포함되어 있지만 이러한 양은 품종별, 개체별로 약간의 차이가 있다.

우유 중 단백질의 90%는 카제인(casein)이며, 카제인에는 4가지 종류가 있다 <표 2>. 유제품으로서의 카제인의 영양적인 가치는 매우 높다. 유청단백질(whey protein)도 유선의 아미노산으로부터 합성되고, 알파-락토알부민은 유당 합성에 필수적이며, 베타-락토알부민은 치즈 제조시 커드 형성에 매우 중요한 역할을 한다. 우유 중 면역글로불린은 신생 송아지의 질병 저항성을 높이는 역할을 하며, 이것은 유선에서 합성되지 않고 혈액으로부터 직접 흡수되므로 초유 중의 면역글로불린 농도는 매우 높다. 또한 우유에는 비단백태 질소 화합물이 소량 함유되어 있다.

표 2 젖소의 정상적인 우유에서의 주요한 단백질 농도

단백질	농도 (g/kg)
카제인(casein)	
알파-카제인(α -casein)	14.0
베타-카제인(β -casein)	6.2
카파-카제인(κ -casein)	3.7
감마-카제인(γ -casein)	1.2
유청단백질(whey protein)	
면역글로불린(immunoglobulins)*	0.6
알파-락토알부민(α -lactalbumin)	0.7
베타-락토알부민(β -lactalbumin)	0.3

* 유방염 감염시 급격히 증가

5) 사료 중 단백질과 비단백태 질소

젖소에서 권장되는 조단백질의 공급량은 비유 단계별로 다르다. 즉 건유기의 12%에서부터 비유초기의 18%까지 매우 다양하다. 일일 유량이 20~25kg를 생산하는 젖소의 사료에는 16%의 조단백질이 포함되어 있어야 하며, 조사료와 농후사료의 대부분이 충분한 단백질 공급원이다. 그러나 우유 생산이 많을수록 제1위에서 미생물체 단백질 합성이 부족하게 되므로 반추위에서 분해되지 않는 단백질이 추가적으로 공급되어야 한다. 제1위에서 분해되지 않는 단백질 공급원으로는 어분, 동물 부산물과 같은 동물 유래의 단백질과 맥주박과 같은 곡류 단백질 등이 있다. <표 3>은 몇 가지 사료의 단백질이 반추위 내에서 분해되지 않는 정도를 나타낸 것이다.

표 3 사료 종류별 반추위 비분해 단백질의 비율

사료	비분해성 (%)	사료	비분해성 (%)
알 파 파 펠 렛	59	알 파 파(청예)	28
혈 분	82	보 리	27
건 조 맥 주 박	49	비 트 펠 프 당 밀	35
면 실 박	40	옥수수사일리지	31
옥 수 수	52	목 초 사 일 리 지	29
어 분	60	연 맥	17
목 초(청예)	40	대 두	26
수 수	54	해 바 라 기 박	26
비 트 펠 프	45	밀 기 울	29

한편, 조단백질 함량이 12~13% 이하일 때 비단백태 질소가 이용된다. 요소는 젖소에서 가장 널리 사용되고 있는 비단백태 질소 공급원이지만, 과량 공급시에는 변식문제와 암모니아 중독증을 가져올 수 있으므로 주의해야 한다. 요소 비료가 첨가된 사료는 에너지는 높지만 단백질은 낮고, 비단백태 질소도 낮은 농도를 나타낸다. 그러한 사료로는 밀, 호밀, 보리와 같은 곡물과 당밀, 비트펄프, 성숙한 건초, 옥수수 사일리지 등이 포함된다. 또한 대두박과 두과조사료, 어린 목초와 같이 반추위에서 분해속도가 매우 빠른 사료는 요소가 첨가되어서는 안 된다. 요소의 일일 공급량은 150~200g 이하로 제한해야 하며, 기호성을 향상시키기 위해서 철저히 혼합해서 사용해야 하고, 소에게 적응을 시키기 위해서는 점진적으로 급여량을 늘려야 한다.

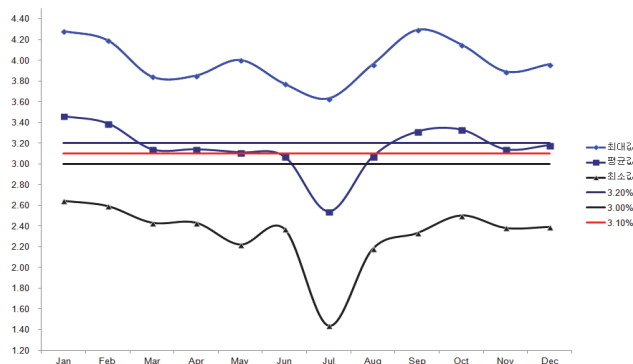
3. 우유 중 단백질 생성에 영향을 주는 요인

가. 유전적 요인

젖소의 품종, 계통, 우군, 종모우 등 개체의 유전적 요인에 의하여 유성분 함량이 달라지는데 이 중에서도 가장 중요한 것은 품종이다. 저어지 종이 3.8%로서 홀스타인 품종의 3.1%보다도 단백질 함량이 높다. 또한 똑같은 홀스타인종이라도 한국은 미국, 캐나다에 비교해서 유지방은 높고 유단백질은 낮다.

나. 환경적 요인

환경적 요인으로 가장 중요한 요소는 더위이다. 지역별, 월별 유성분의 변화는 더운 지방이 추운 지방보다 유지방 및 단백질이 낮고, 또한 여름철이 겨울철보다 낮는데 이는 더위로 인한 체열 발생으로 조사료 섭취량이 줄어들고, 상대적으로 물 섭취량이 많아지기 때문이다. 국내의 경우에도 이러한 영향으로 일년 중 6, 7, 8월에 가장 낮은 3.0%의 유단백질 수준을 나타낸다(그림 2).



〈그림 2〉 국내산 목장 원유의 월별 유단백질 수준

젖소는 사료섭취 후 제1위에서 사료의 소화과정에서 생기는 발효열이 발생하기 때문에 다른 동물에 비하여 상대적으로 고온 스트레스에 취약하다. 더군다나 국내에서 사육되고 있는 홀스타인 젖소는 추운지역에서 개량되어 왔기에 더위에 더욱 약하다. 일반적으로 젖소가 사육될 수 있는 온도는 -15~25℃이지만 우유 생산에 현저하게 영향을 받지 않는 생산 적정 온도는 -5~23.9℃이며, 가장 이상적인 쾌적 온도는 10~15℃이다.

일반적으로 젖소의 사료 섭취량은 외기 온도가 20℃ 이상으로 올라가면 점차로 감소하기 시작해서 25℃ 이상이면 3~10%, 35℃ 이상이면 10~35% 감소되고, 38℃에서는

완전히 중지된다. 특히 기호성이 떨어지고 열 발생율이 높은 조사료 섭취량이 떨어진다. 또한, 30℃가 되면 고온 스트레스에 의하여 적온에 비하여 소화율이 20~30% 정도 저하된다. 이러한 조사료 섭취량 감소는 총 타액량 감소를 초래하여 제1위 내 타액 유입량이 감소되어 제1위의 산성화로 인해 반추위산성증을 초래하게 된다. 이와 더불어 체온 조절을 위해 많은 양의 에너지가 소모되므로 소는 영양소 부족 또는 불균형에 직면하여 유지율 및 유단백질 저하와 산유량 감소 등 부작용이 나타난다.

국내 목장 집합유의 단백질 함량은 약 3.15%이다. 월별로 약간의 차이가 있어서 연 평균 함량에 비하여 하절기에는 낮고(최저 2.70%) 동절기에는 높다(최고 3.45%). 이와 같이 겨울철에 비하여 여름철에는 유단백질이 감소되므로 농가에서는 하절기 유단백질 감소율이 최소화 될 수 있도록 환경, 사료 영양 및 질병 관리에 만전을 기해야 한다. 유지방과 유단백질은 산유량과 반비례 관계이므로 적정 유성분 설정시 이러한 3가지 요인을 함께 고려해야 한다.

국내에서 사육되고 있는 홀스타인 젖소의 경우 305일 평균 산유 유전능력(8,800kg)과 국내 사육 환경 및 사양관리 요인을 고려할 때 하절기에 일일 평균 두당 산유량은 27kg, 유지방은 3.6~3.8%, 그리고 유단백질은 3.0~3.2%를 최소 관리기준으로 설정하여 유성분과 산유량을 균형 있게 유지하면서 젖소의 건강과 생산성을 관리해야 할 것으로 판단된다.

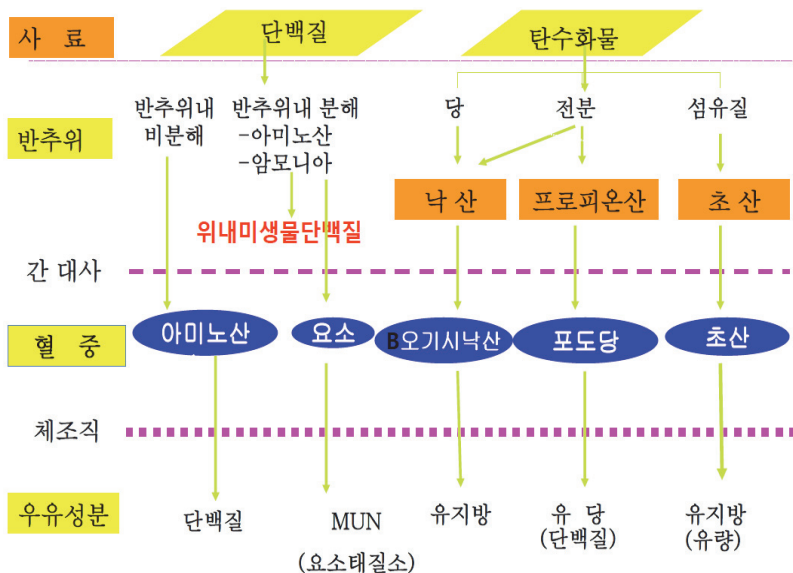
다. 질병에 의한 요인

생체 기능 장애와 반추위과산증 등의 질병이 유단백질 생성에 영향을 미친다. 유방염, 지방간, 케토시스, 간질충 감염 등에 의한 간기능 저하, 여러 가지 원인에 의한 반추위과산증 등이 주요한 요인이다. 그 중에서 가장 큰 영향을 미치는 것은 유방염과 반추위과산증이다. 유방염은 유선에서의 단백질 합성에 부정적인 영향을 주기 때문이다. 조사료 부족 또는 농후사료 과다 급여, 서열 스트레스, 폭식, 밀집사육 등 다양한 원인에 의하여 반추위 산도가 산성화되는 반추위과산증은 반추위 내 미생물 수의 감소를 초래하여 유단백질의 합성의 저하 요인이 되어 유단백질 생산에 부정적 영향을 준다.

라. 사료적 요인

젖소 유방이 건강하다면 유성분 생성에 절대적인 영향을 주는 요인이 사료이다. 우유의 원료 그것은 물론 사료이다. 그러나 사료가 그대로 우유가 되는 것이 아니라 소화, 흡수

과정 등 여러 가지 대사 과정을 거친 후 우유가 된다. 즉, 사료는 <그림 3>에서와 같이 제1위에서 발효되어 제1위와 소장에서 소화 흡수되고 혈액에 들어가 그것이 유선에서 유지방과 단백질로 다시 만들어져 우유가 된다. 우유 중 단백질은 식물이나 동물에서 질소를 함유한 물질로 젖소의 성장·유지 및 우유 생산에 필수적인 영양소이다. 우유의 단백질은 혈액 중의 아미노산에서 합성되지만 그 공급원이 되는 사료 중 단백질로는 조단백질원과 단백질은 아니지만 질소를 함유한 물질로 미생물에 의해 분해되는 단백질로 합성되는 비단백태 질소화합물(암모늄염, 요소, 핵산 등)로 구성되어 있다.



〈그림 3〉 사료중의 성분이 우유 중 지방, 단백질, 유당으로 전환되는 기전

반추동물은 비단백태 질소화합물로부터 아미노산과 단백질을 합성할 수 있는 능력이 부족하기 때문에 제1위에 있는 미생물을 통하여 질소를 이용하며, 사료 중 질소 함량이 낮을 때는 뇨 중에 정상적으로 분비되는 많은 양의 요소를 제1위벽에서 재흡수하여 미생물에 의해서 다시 이용되어진다. 사료 종류별 단백질 함량은 다양하지만 일반적으로 화본과 식물에 비하여 두과 식물에 많이 함유되어 있으며, 동·식물 유래의 부산물에 많이 함유되어 있다.

비유기간 동안 유선은 우유 중의 단백질 합성을 위해서 많은 양의 아미노산을 필요로 하며, 그 공급원이 되는 단백질에는 ① 사료 중의 단백질 중 위내 미생물에 의해 분해 흡수된 미생물 단백질(DIP) ② 반추위 내 미생물에 의해 분해되지 않은 사료 중의

우회단백질(UIP) ③ 체조직에서 직접 우유 중에 공급되는 혈장 단백질 등 3가지이다. 그러나 우유 중 단백질에 기여하는 비율은 ①과 ②가 높으므로 반추위 내 미생물의 활성을 위해서는 미생물 단백질의 원료가 되는 전분질 공급이 부족하지 않도록 하며, 양질의 단백질 공급을 통하여 탄수화물과 단백질의 공급 등 균형 있는 영양관리가 필요하다.

다른 동물과는 달리 젖소의 반추위에는 다양한 종류의 세균과 원충, 즉 섬유소 분해 미생물, 전분분해 미생물, 암모니아 생성 미생물, 메탄 생성 미생물, 단백질 이용 미생물 등이 섭취된 사료를 미생물에 의해 발효시켜 단위동물에서 이용할 수 없는 섬유소, 비단백태 질소화합물의 영양소를 공급한다. 이러한 반추위 미생물들은 사료 급여 종류와 양에 따라서 활성도와 생존수에 큰 차이를 나타낸다. 반추위 산성화로 이등유, 제1위식체, 제4위전위, 제엽엽 등을 일으킬 수 있다. <표 4>는 유량과 유성분에 미치는 사료적 요인을 정리한 것이다. 유단백질에 긍정적으로 영향을 미치는 것으로는 옥수수사일리지, 알파파사일리지, 제1위 발효 탄수화물, 조단백질, 제1위불용성단백질, 제한아미노산, 곡류사료 급여 횟수, 고수분 또는 가공 옥수수, 후레이크 곡류, 그리고 나이아신 급여 등이 있는 것으로 조사되었다.

표 4 유량과 유성분(지방 및 단백질) 함량에 영향을 미치는 사료적 요인

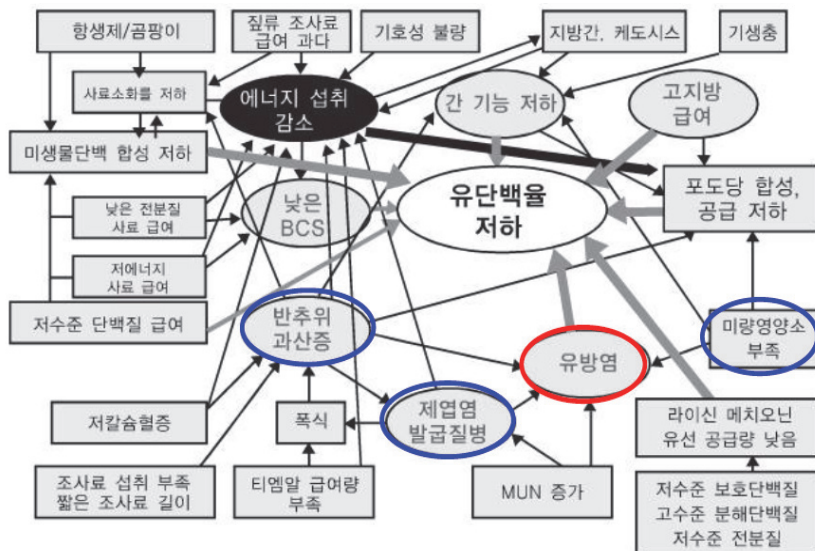
사료조건	유량	유단백질	유지방
건물 섭취량	++	0/?	0/?
조사료 > 농후사료	-	-	+
조사료 < 농후사료	+	+	-
옥수수 사일리지, 알파파 사일리지,	+	+	-/?
제1위 발효 탄수화물	+	+	-
중성세제 불용성 섬유소(NDF)	-	-	+
지방의 추가 급여	+	-	+/?
조단백질	+	+	0
제1위 불용성 단백질	+	+	0
제한 아미노산	+	+	0
TMR로 전환	++	0	+
곡류사료 급여횟수	+	+	+
고수분 옥수수 급여	+	+	-/?
가공 옥수수 급여	+	+	-/?
후레이크 곡류 급여	+	+	-/?
완충제 급여	+	0	+
나이아신 급여	+	+	0/?
이스트 킬처 급여	+/?	0/?	+/?

** +: 긍정적인 효과, -부정적인 효과, 0: 별효과 없음, ?: 잘 알려져 있지 않음.

4. 유단백질 저하에 따른 기본 대응전략

젖소에서 우유 단백질 생성에 직접적으로 관여하는 주요 장기는 반추위, 간, 유방이다. 유방이 건강하다면 우유 중 단백질 생성에 절대적인 영향을 주는 장기는 반추위다. 반추위는 사료 건물 중 70~85%를 미생물의 발효과정을 통하여 아세트산, 젖산, 초산 등의 휘발성 지방산으로 소화한다. 이를 제1위와 소장에서 흡수하여 간에서 대사된 후 혈액에 들어가 유선에서 지방, 단백질, 당이 만들어진다.

우유 중 단백질의 많은 양이 제1위에 있는 미생물의 질소를 이용하기 때문에 유단백질을 향상시키기 위해서는 반추위 내 미생물이 최대한 활성화되어야 한다. 반추위 미생물은 제1위 내 산도 상태에 의하여 미생물의 종류, 증식 속도, 균체 생산량, 발효 산물의 생성에 영향을 받게 된다. 제1위 미생물의 발육에 필요한 최적의 산도는 6.0 전후이며, 제1위 내 산도는 급여되는 사료의 종류와 양에 의하여 결정된다. 적정 산도의 범위를 벗어나면 몇 가지 미생물의 발육과 증식이 곤란하게 되고 제1위 내의 미생물 전체 수가 감소되어 발효 작용에 문제가 생기게 된다.



〈그림 4〉 우유중 단백질 저하에 관여하는 사료적 요인

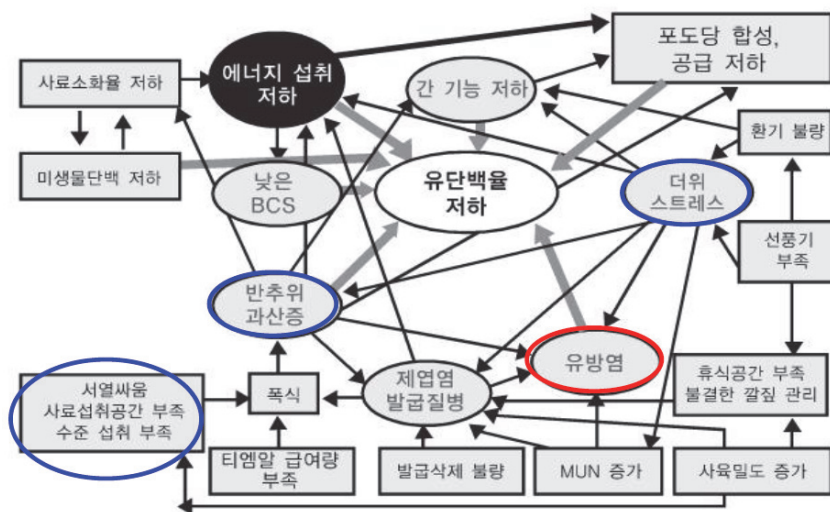
(출처: Gruden 등, 2000, J. Dairy Sci. 84:1118)

농후사료 비율이 높아지면 휘발성 지방산 중 프로피온산 생산량이 많아져서 산유량과 유단백질은 일시적으로 높아질 것이다. 하지만 유지방이 감소되고 반추위 산도가 5.8

이하의 산성화가 진행되어 여러 가지 부작용이 나타나게 된다. 따라서 농가에서는 산유량 및 우유 중 지방과 단백질의 적정 수준을 유지하기 위해서는 건물 중 조사료와 농후사료의 비율을 6:4로 급여해야 한다.

이러한 경우 휘발성 지방산 중 초산과 프로피온산의 비율이 60%와 20%를 나타내게 되며, 제1위내 산도는 6.2의 적정 수준을 나타내게 된다. 만약 농후사료 과다 급여 또는 조사료를 적게 급여하거나, 품질이 저질인 조사료를 급여하게 되면 반추위 산도가 산성화 쪽으로 진행되면서 미생물 활성도가 제한되어 결국에는 미생물 단백질 합성 저하를 초래하게 되어 <그림 4>에서와 같이 우유 단백질 감소 등 다양한 문제점을 일으키게 된다.

이 외에도 사료 급여량 부족, 고지방 사료 급여 등을 포함하여 환기 불량, 사육밀도 증가, 불결한 깔짚 관리, 사료 섭취 공간 부족, 휴식 공간 부족, 고온 스트레스 등 환경적 요인에 의한 사료 소화율 저하 등도 우유 중 단백질 저하를 일으킬 수 있다. 반추위과산증을 포함하여 유방염, 부제병, 지방간, 케토시스, 기생충 감염 등에 의한 간 기능 저하 등도 유단백질 생성에 부정적인 영향을 주게 된다. 따라서 유단백질 적정 생산을 위해서는 젖소의 유전적 요인을 비롯하여 사료, 환경, 질병 등 다양한 요인이 <그림 5>에서와 같이 상호 복합적으로 작용하기 때문에 농가에서는 체계적인 영양관리와 더불어 환경관리 및 유방염 등 각종 질병에 대한 종합적인 사양관리가 요구되어진다.



<그림 5> 젖소 유단백질 저하에 영향을 주는 질병 및 환경적 요인

(출처: Ceccava, 1997, prудue univ. Res. Bulletin)

5. 하절기 유단백질 저하 예방을 위한 점검사항

1) 환경적 측면

① 젖소의 체감 온도를 낮추도록 사육환경을 관리해야 한다.

하절기에는 더위로 인한 체열발생으로 조사료 섭취량이 줄어들고, 상대적으로 물 섭취량이 많아진다. 따라서 목장에서는 우유 중 단백질 저하를 예방하기 위해 방서 대책이 필요하다. 더운 여름철에는 우사 등 사육 환경을 개선해서 고온 스트레스를 최소화하도록 해야 한다. 즉, 그늘막을 설치하거나 환풍기를 이용해야 한다.

② 우사 환기상태를 점검하여 개선한다.

우사의 환기 상태가 적절하지 못한 경우, 특히 암모니아 냄새가 심한 경우에는 사료 배합비가 적절하더라도 젖소의 사료 섭취는 감소된다. 환기가 잘 안 되는 우사는 소들이 한쪽에 몰려있거나, 서있는 소들이 많거나 거미줄이 많다. 이러한 농장은 자연 바람과 환풍기를 이용하여 환기 개선 조치가 필요하다.

③ 밀집사육이 되지 않도록 한다.

사육 밀도는 축사 내 공기와 우사바닥을 오염시키는데 주요한 요인이다. 밀집사육은 오염수준을 증가시키고 감염원에 대한 노출빈도를 증가시키며, 휴식 및 급식 상태가 불편하게 되어 질병에 대한 노출이 증가하게 된다. 특히, 사료섭취 공간이 부족할 경우에 힘이 약한 젖소(산차가 낮거나 분만한지 얼마 안 된 소, 병약한 소)는 힘 센 젖소에 밀려서 폭식성 사료섭취(1회 사료섭취량이 정상 이상으로 높은 현상)에 따른 반추위과산증 발생으로 연변 설사, 식체의 원인이 된다.

이와 더불어 밀집사육에 의하여 우사의 바닥상태가 불량하게 되면 소들은 자리에 앉으려하지 않고 오랫동안 서 있음으로 인하여 적절한 되새김질이 부족하게 되어 소화효율 감소저하를 초래하게 된다. 이러한 요인들이 결국에는 식욕부진에 의한 체지방 분해 증가, 지방간 및 케토시스, 유방염, 제4위전위증과 같은 질병이 발생하게 되어 유단백질 저하의 원인이 된다.

2) 사료·영양적 측면

① 반추위 내 미생물체 단백질의 활성화를 위하여 건물 섭취량을 극대화 시킨다.

건물 섭취량을 극대화하여 가소화 영양 총량(TDN)을 충족시켜 주는 것이 반추위 내 미생물체 단백질의 활성화를 촉진함으로써 유단백질을 향상시킬 수 있다. 건물 섭취량을

극대화시키기 위해서는 편안한 환경 조성, 스트레스 요인 제거, 청결한 사료조 및 음수관리, 조사료와 농후사료 균형 유지 및 입자도 관리 및 양질의 조사료 이용 등이 필요하다.

또한, 사료급여 횟수 증가와 초산우와 비유초기 소의 우군 분리 사양관리, 계절에 따른 사료 배합비 및 환경 관리 등이 필요하다. 특히, 하절기에 발효에 따른 반추위 부담을 줄이기 위해서는 사료를 여러 번 나누어서 급여하고, 폭식하지 않도록 사료조에 사료가 떨어지지 않게 자주 먹여주는 것이 중요하다. 또한, 아침, 점심, 저녁으로 사료 밀어주기를 하여 건물 섭취량 증대 및 반추위과산증을 예방하도록 한다. 또한, 분만 후부터 최고 비유기까지의 비유초기우의 대부분은 영양소 부족에 의하여 유단백질 3.0% 이하를 나타낸다.

따라서 이러한 소들이 에너지 부족 현상이 나타나지 않도록 전체적으로 건물섭취량을 높여야 한다. 분만초기 소에는 기호성이 좋고 반추에 필요한 길이의 고소화섬유질 비율이 많은 양질의 조사료를 급여하고, 분만 후 식욕감퇴와 사료의 급격한 변화가 없는지를 확인하여 가소화 영양 총량(TDN)을 충족시키도록 해야 한다. 특히 여름철에는 양질의 건초를 많이 급여하고 소의 조농비를 유지시켜 주면서 전분질이 강화된 사료를 급여하는 것이 바람직하다.

② 반추위 미분해성 단백질인 라이신, 메티오닌, 히스티딘 등의 아미노산을 추가 급여한다.

하절기 단백질 감소를 예방하기 위해서 반추위 미분해성 단백질인 라이신, 메티오닌, 히스티딘 등의 아미노산 급여가 필요하다. 또한, 분해 단백질과 미분해 단백질은 6:4 정도로 균형 있게 급여한다. 이와 더불어 반추위 분해성 단백질에서 나온 암모니아가 미생물에 이용될 때는 당, 전분과 같은 비섬유소성 탄수화물에서 생성된 프로피온산이 중요한 에너지원으로 작용되어야 한다.

따라서 목장에서는 조사료와 농후사료의 비율을 적절하게 급여하여 반추위 분해성 단백질과 비섬유소성 탄수화물과의 균형을 맞추어 급여함으로써 반추위 상태를 적절하게 유지하여 우유 중 지방과 단백질 저하 예방 및 산유량 증진에 있어서 균형 있는 사양관리가 필요하다.

③ 반추위 내 적정 산도 유지를 위한 완충제와 소화 효율을 높이기 위한 생균제를 급여한다.

사료 중의 단백질 농도와 단백질 분획의 균형이 약간씩 어긋나 있어도 반추위 내의 발효상태가 양호하면 유성분을 적절하게 유지할 수 있다. 따라서 농가에서는 사료급여 상태를 설계하기 전에 반추위 내 활동 및 산도 상태를 먼저 점검하고 어떤 소에 문제가 있는지를 검토해야 한다. 즉, 반추 횟수 및 상태, 분변 상태, 사료의 변질상태, 급여 방법,

그리고 잔량 상태 등을 파악하여 반추위 발효의 문제점을 검토함으로써 반추위과산증이 발생하지 않도록 해야 할 것이다.

분만 후에 우군 편입 스트레스(서열), 급격한 사료 증량 등에 의하여 반추위과산증이 더욱 문제되므로 이에 대한 관리대책이 필요하다. 특히, 하절기 환경 불량과 농후사료 과다 섭취, 사료조 및 음수 부족 등에 의하여 반추위과산증이 더욱 문제될 수 있으므로 하절기에는 이러한 문제가 최소화 될 수 있도록 이에 대한 집중적인 관리가 필요하다. 적절한 퇴사김질을 통한 반추위 산도를 유지하기 위하여 최소한 40% 이상의 조사료 급여와 사료 입자도를 계절별로 조절하여 급여하고, 반추위 산성화 예방을 위하여 일일 두당 150g 정도의 중조를 포함한 완충제를 적절하게 급여하는 것도 고려해 보아야 한다. 또한, 반추위내 미생물 활성화 및 소화효율을 높이기 위하여 시중에서 제공되는 다양한 종류의 효모제와 생균제의 급여가 권장되어진다.

④ 사료를 여러 번 나누어서 급여하고 오후 8시~오전 8시의 사료급여 비율을 높인다.

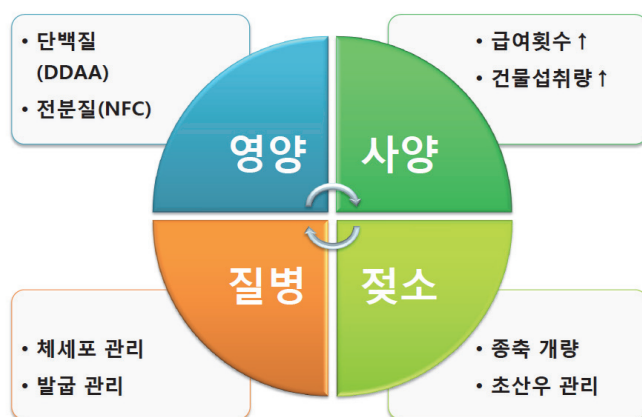
여름철에는 다른 계절에 비하여 사료 섭취율이 떨어진다. 특히 조사료의 섭취율이 감소된다. 따라서 하절기에는 신선하고, 기호성이 좋은 양질의 조사료를 최우선적으로 급여해야 한다. 또한, 사료 섭취율 감소와 소화율 향상, 체열 발생량 감소를 위해 사료를 여러 번 나누어서 급여하거나 계속해서 자유롭게 섭취할 수 있도록 사료 밀어주기를 자주해야 한다. 이와 더불어 한낮 더울 때에 사료를 급여 비율을 낮추고, 시원한 시간인 저녁과 아침 시간(오후 8시~오전 8시)에 사료 급여 비율을 60% 정도 높이도록 한다.

3) 질병 요인

유방염, 반추위과산증, 지방간, 케토시스, 간질충 감염, 미량 광물질 부족 등에 의한 간기능 저하와 저칼슘혈증, 폭식, 고온 스트레스 등 여러 가지 원인에 의한 반추위과산증이 유단백질 감소의 주요한 요인이다. 유방염에 걸리면 유선에서 우유를 생성하는 유선세포가 미생물에 의해 손상을 받게 되어 유당, 유단백질, 유지방 합성이 저하된다. 따라서 유단백질 저하를 예방하기 위해서는 착유기 관리, 착유 위생, 건유기 유방염 연고제 주입 등을 통하여 유방염 예방에 최선을 다해야 한다.

또한, 조사료 부족 또는 농후사료 과다 급여, 서열 스트레스, 폭식, 밀집사육 등은 반추운동이 저하되고 타액 생산량이 감소됨으로 인하여 반추위에서 사료 중 섬유소를 분해하는 반추위 내 미생물 활동을 멈추게 하고, 이와는 반대로 젖산의 생성 증가로 반추위 내 산도가 5.5 이하로 떨어지는 반추위과산증은 우유 중 단백질의 원료가 되는 미생물의 감소로 인하여 최종적으로 유단백질 합성의 저하 요인이 된다.

결론적으로 유단백질의 적정 기준을 달성하기 위해서는 무엇보다도 우유 중 단백질 생산에 영향을 미치는 요인에 대한 이해와 더불어 젖소를 포함하여 환경, 영양, 질병에 대한 체계적인 진단 및 평가가 있어야 한다. 또한, 유단백질 문제 소에 대해서는 유전적 평가 이외에 사양관리 및 질병 여부를 확인하여 적절한 종합적인 개선책이 마련되어야 한다. 즉, 지속적인 젖소 개량과 더불어 반추위 미분해 단백질인 아미노산의 추가 급여 등의 영양 관리, 고온 스트레스 감소를 위한 환경 관리, 그리고 반추위과산증 및 유방염, 부제병과 지방간, 케토시스, 기생충 감염 등 질병에 대한 예방책이 종합적으로 마련되어야 할 것이다<그림 6>.



〈그림 6〉 우유 중 단백질 관리를 위한 사양관리

제5장 관능검사, 비중 및 빙점에 의한 불합격 원인 및 예방대책

1. 원유검사 항목

우유는 모든 영양소를 골고루 풍부하게 함유하고 있는 가장 완벽한 축산물로 평가되고 있지만 생산 및 관리 상태에 따라 변동될 수 있기 때문에 유질에 따라서 철저하게 가격을 차등 지불하거나 또는 집유를 거부할 수 있다. 원유의 검사는 양질의 원유를 생산하여 소비자에게 위생적이고 안전한 고품질의 우유를 공급하는데 있다. 따라서 원유검사를 적절하게 수행하는 것은 안전하고 위생적인 원유생산의 출발점이 된다.

현재 우리나라에서 수행하는 원유검사는 집유시 현장에서 수행하는 수유검사(관능검사, 비중검사, 진애검사, 알코올검사)와 실험실 검사(세균수검사, 체세포수검사, 유성분검사, 산도검사, 가수유무를 확인하는 빙점검사, 잔류물질검사, 중화유 감별검사)로 구분된다<표 1>. 이러한 검사 중에서 안전성 및 유질에 절대적 영향을 주는 항목에 대해서는 국내 축산물위생관리법에 의하여 불합격 기준을 설정하여 운영하고 있다.

표 1 국내에서 수행하고 있는 원유검사 항목

구 분	원유검사 항목
집유시 현장검사	관능검사, 비중검사, 진애검사, 알코올검사(pH 검사)
실험실검사	세균수검사, 체세포수검사, 유성분검사, 산도검사, 가수유무를 확인하는 빙점검사, 잔류물질검사, 중화유 감별검사

원유검사는 축산물위생관리법과 원유검사공영화실시요령에 따라 실시하고 있다. 즉, 유대지불 검사와 직접적으로 연관되는 세균수, 체세포수, 유지방, 유단백질 등 성분규격 검사는 전국의 13개 시도 동물위생시험소에서 실시하고 있고, 그 외 관능검사 등의 현장검사와 잔류물질 등 실험실검사는 집유업체 또는 유업체에서 실시하고 있다.

2. 국내산 원유의 불합격 현황

최근 3년 동안 국내산 원유의 집유검사 결과 중 불합격 발생 비율은 <표 2>에서와 같이 전체 생산 원유의 0.02~0.04% 정도이다. 하지만 해마다 비슷한 비율의 목장이 반복적으로 원유검사시 불합격 원유로 판명된다는 사실은 낙농가에게 경제적인 측면 뿐만 아니라 정신적으로도 매우 불행한 일이다. 하물며, 어떤 경우에는 불합격 우유로 인하여 다른 농장의 우유까지도 변상해야 되는 안타까운 일들이 일어나기도 한다.

표 2 최근 3년 동안 국내산 원유의 집유검사 결과 중 불합격 발생 비율

구분		총검사량	합격(%)	불합격(%)
원유 (kg)	2021년	2,034,248,656.9	2,033,770,314.5 (99.98%)	478,342.4 (0.02%)
	2020년	2,103,174,528.5	2,102,508,768.5 (99.97%)	665,760.0 (0.03%)
	2019년	2,062,433,062.2	2,061,683,459.4 (99.96%)	749,602.8 (0.04%)

불합격 내역은 연도별로 약간의 차이는 있으나 잔류물질 검사와 알콜검사에 의한 불합격 비율이 가장 높으며, 그 다음으로 관능검사, 비중검사, 진애검사 등의 순으로 보고되고 있다<표 3>. 이러한 우유 품질과 안전성의 기초는 건강한 젖소의 유방으로부터 출발되기 때문에 목장에서 젖소 사양관리는 좀 더 세심한 배려가 필요하다. 불합격 우유가 아닌 정상적인 우유 생산을 위해서 무엇보다도 불합격 원유에 대한 충분한 이해를 통하여 철저하게 예방 관리하는 것이 중요하다.

표 3 원유검사 불합격 내역

(단위: kg)

연도	불합격량	불합격 내역별 원유 비율 (%)					
		관능검사	비중검사	알콜검사	진애검사	잔류물질검사	기타
2021	478,342.4	74,505.9 (15.6)	58,109.6 (12.2)	149,178.2 (31.2)	0.0 (0)	163,322.2 (34.1)	33,226.5 (7.0)
2020	665,760.0	45,032.8 (6.8)	81,181.4 (12.2)	165,622.5 (24.9)	0.0 (0)	301,988.5 (45.4)	71,934.8 (10.8)
2019	749,602.8	42,330.0 (5.6)	78,253.6 (10.4)	121,769.9 (16.2)	0.0 (0)	395,722.3 (52.8)	111,527.0 (14.9)
2018	835,172	42,859 (5.1)	82,233 (9.8)	142,521 (17.1)	0.0 (0)	398,856 (47.8)	168,703 (20.2)
2017	883,431	59,804 (6.8)	65,288 (7.4)	119,770 (13.6)	0.0 (0)	363,321 (41.1)	275,249 (31.2)
2016	1,386,662	43,473 (3.1)	81,860 (5.9)	166,493 (12.0)	0.0 (0)	482,486 (34.8)	612,349 (44.2)
2015	699,295	51,595 (7.4)	51,187 (7.3)	165,486 (23.7)	740 (0.1)	370,480 (53.0)	59,806 (8.6)
2014	540,554	22,613 (4.2)	43,680 (8.1)	144,233 (26.7)	1,400 (0.3)	287,920 (53.3)	40,707 (7.5)

* 잔류물질: 항생물질, 곰팡이독소 ** 기타: 병점, 이물검사

3. 관능검사에 의한 이상유 문제

1) 관능검사의 정의

관능검사란 우유의 색, 맛, 향, 응고물의 유무 등 우유에 대한 정상적인 기준에 의하여 육안적으로 이상유를 감별하는 방법으로서 원유 냉각기의 뚜껑을 열고 냄새를 맡아 이취유무를 검사하는 취각검사, 유백색 균질한 조직, 이물 혼입여부 등을 관찰하는 시각검사 등으로 구분된다.

2) 관능검사 부적합 원인 및 예방대책

가) 이상 색소의 발생(혈류 및 유방염 연고제 색소 혼입 등)

관능검사에서 가장 쉽게 나타나는 불합격 우유가 혈류 등에 의한 이상 색채 발생이다. 착유중 원유 속에 혈유가 나오는 경우는 매우 흔하지 않다. 하지만 간헐적으로 몇가지 원인에 의하여 착유중에 원유중 혈액이 함유되어 불합격 원유 생산으로 인한 경제적 손실을 초래하기도 한다.

우선 목장의 착유우 중에서 혈유가 생기는 가장 일반적인 원인으로는 분만 3일이내의 젖소에서 착유되는 초유의 성분 중에 간헐적으로 혈액이 혼입되는 경우이다. 두번째로는 목장 주변 환경에 있는 예리한 물질에 의한 유두의 물리적 손상에 의한 유두 출혈로 인한 것이다. 세번째로는 높은 진공압 또는 착유가 완료된 뒤에도 계속되는 착유는 젖소 유두 세포의 손상을 초래하여 혈유의 원인이 될 수 있다. 네번째로는 유방염 발생에 의한 혈유이다. 유방염이 발생하는 모든 소에서 혈유가 발생하는 것은 아니지만 황색포도알균과 대장균에 의한 임상형의 급성 독소형 유방염 감염시에는 세균에서 분비되는 독소에 의한 유선세포의 손상에 의하여 혈유가 발생할 수 있다. 다섯번째로 중독성 질병에 감염되었을 경우에 전신적인 증상의 일환으로 혈유가 발생될 수가 있다.

이와 같이 혈유의 원인은 여러가지 요인에 의하여 발생되지만 몇가지 항목에 대하여 체계적인 조사를 실시하면 혈유에 의한 불합격 발생을 예방할 수 있다. 따라서 목장에서는 유방과 유두의 상처 유무를 좀 더 세밀하게 점검하여야 한다. 즉, 전착유를 실시하여 착유전 혈유 등의 이상유무를 확인하여 착유하는 것과 과착유를 중단함으로써 유두의 손상으로 인한 출혈을 예방하는 것이 중요하다. 또한, 유방염 연고제의 유방내 주입에 의하여 원유에 색소가 함유되지 않도록 유방염 치료우에 대한 철저한 분리 착유 및 관리가 필요하다.

나) 이상 풍미

간헐적으로 일부 목장에서 이물 또는 세척제 등의 혼입에 의하여 이상 풍미에 의하여 불합격을 당하는 경우가 있다. 원유의 이상풍미는 ① 생리학적 이상풍미(과도한 유우취, 사료취, 잡초취) ② 효소적 이상풍미(지방분해취) ③ 화학적 이상풍미(산화취, 일광취, 가열취) ④ 세균학적 이상풍미(산취, 맥아취, 불쾌취, 과실취, 쓴맛) ⑤ 이물질 혼입에 의한 이상풍미(약품취 등)로 나눌 수 있다.

① 지방분해에 의한 이상 풍미

원유에는 지방을 분해하기에 충분한 리파아제 효소와 지방이 존재한다. 지방구는 지방구 막에 의하여 보호되고 있기 때문에 지방분해 효소로부터 보호되고 있다. 따라서 통상 지방분해는 잘 일어나지 않는다. 우유의 지방분해취는 자연발생적으로 출현하는 경우와 유도적 지방분해취로 나눌 수 있다. 우유에서 자연발생적 지방분해가 일어나 지방 썩은 냄새가 되는 경우에는 비유량, 착유 간격, 우유의 영양상태 및 지방구막의 상태 등 여러 가지 복잡한 요인에 따라 차이가 있으며, 비유 말기의 우유는 특히 지방 썩은 냄새를 나타내기 쉽다는 것이 잘 알려져 있다.

유도적 지방분해는 우유가 따뜻한 상태에서 과도한 교반이나 진탕, 5℃이하로 냉각한 우유를 약 30℃로 가온하여 다시 10℃이하로 냉각하거나, 우유의 균질 등에 의하여 발생된다. 또한 지방분해는 불충분한 사료 급여, 유량 감소 등의 경우 일어나기 쉽다. 그러나 정상적인 원유라고 하더라도 파이프라인에서 과도한 공기의 유입에 따른 거품 발생, 냉각기의 과도한 교반, 급격한 온도 변화 등 지방구가 손상될 정도의 원유 취급에 의하여 리파아제가 지방구에 작용하기 쉽게 된다. 따라서 원유의 취급이 부적절하게 이루어질 경우에 지방분해는 촉진되어 원유의 풍미 악화가 발생하게 된다. 그러나 이러한 지방분해 중 유도적 지방분해는 목장이나 원유의 가공처리 전 원유 취급을 조심하면 풍미악화를 방지 할 수 있다.

② 미생물 발육에 의한 이상 풍미

미생물의 혼입과 증식은 풍미의 결함으로 직접 연결된다. 미생물 중에서 문제가 되는 것은 증식이 빠른 세균이며, 성장속도가 느린 곰팡이나 효모는 우유 취급 용기의 세척 불충분으로 인한 곰팡이 번식 등의 특수한 경우를 제외하고 풍미에 미치는 영향이 크지 않다. 세균이 증식하면서 대사산물로 인한 풍미 악화가 일어날 수 있다. 일반적으로 일반세균수가 30만/ml 미만은 원유의 풍미에 직접적인 영향이 없다. 그러나 저온성 세균이 증식하면 부패취와 같은 이상취가 검출되는 경우도 있다.

저온성 세균은 증식하면서 단백질 분해 효소 및 지방분해 효소를 생산하며, 이러한 효소들은 통상적인 열처리 온도에서 저항성이 강하여 살균 후 에도 활성이 남아 우유의 풍미를 악화시킬 수 있다. 그러나 세균이 풍미에 미치는 영향은 오염된 세균의 종류에 따라 차이가 있으며, 저온성 세균의 경우 산도의 증가 없이 부패취 같은 이상취가 검출되는 경우도 있다.

③ 산화에 의한 이상 풍미

유지방은 공기중의 산소와 접촉하면 산화가 일어난다. 산화는 구리 금속과 광선에 의하여 촉진된다. 산화취 발생은 유지방을 구성하고 있는 지질성분 가운데 중성지방보다는 인지질이 원인으로 알려져 있으며, 지질성분은 비교적 안정하며 인지질이 먼저 산화되는 것으로 알려져 있다. 인지질을 구성하고 있는 불포화 지방산이 산화되면 불쾌취를 내게 되는데 이러한 불쾌취는 탄소 화합물로부터 유래된다. 착유한 원유는 냉각기에서 저온에 저장되기 때문에 세균의 발육이 억제되어 우유 중에 함유되어 있는 산소의 소비가 적어 산화취가 발생되기 쉽다. 산화가 일어나면 산화취를 내게 되며, 산화취는 금속취, 종이취, 기름 냄새, 소기를 냄새 등 여러 가지 표현이 사용되고 있다.

④ 이행 물질에 의한 이상 풍미

사료 및 주변의 공기 중에 풍미 물질이 우체를 통하여 원유로 이행된다. 사료 중의 휘발성 성분이 반추과정 중 폐를 통하여 혈액에 들어가서 유방으로 이행된다. 냄새가 강한 사일리지를 착유전 2~4시간 이내에 급여하면 원유 중에 특유의 냄새가 난다. 깨끗하지 못한 우사의 환경으로부터 우취나 우사취가 우유로 이행된다.

⑤ 그 외의 이상 풍미

원유는 기본적으로 이취를 흡수하기 쉬운 액체이기 때문에 가능하면 착유실이나 우유 저장탱크 주변에 이취를 발생시킬 수 있는 물질로부터 흡수 될 수 있으므로 파이프라인의 수분제거를 철저히 할 필요가 있다. 기구의 세척이나 살균에 사용되는 약품으로부터 이취가 원유로 이행된다. 정상적인 우유의 풍미는 무취하며 부드럽고 진한 맛을 가지며(지방과 단백질) 약간 단맛(유당)을 가지고 있다. 이러한 정상적인 우유의 이미지와 이취에 영향을 주는 요인은 젖소의 건강, 사료, 세균의 성장, 화학적 변화 및 외래물질의 유입이다. 그중에서 유방염은 병원균과 기타 세균이 우유에 오염되어 문제가 되지만 가수분해효소 및 염의 농도를 증가시켜 우유의 풍미를 떨어뜨릴 수 있다.

독한 향의 잡초와 사료 섭취를 제한하는 것은 필수적이다. 구리와 철의 표면에 접촉한 우유는 산화된다. 우유를 과도하게 교반하면 거품이 생기며 우유의 지방이 산패된다.

부적절하게 냉각된 우유는 세균이 증식하여 부패된다. 불결한 기구와 용기에 우유가 접촉하면 이취와 세균 증식에 의한 부패를 일으키게 된다. 또한, 목장에 흔히 사용하는 살충제나 살균제와 같은 약제가 우유에 유입되어 이취를 낸다. 우유가 이미와 이취로 오염되는 것을 방지하고 미생물의 생육과 화학적 변패를 방지하여 신선한 우유의 풍미를 유지하여야 한다. 우유의 풍미를 판정하여 이미와 이취의 원인을 발견하여 교정하여야 한다. 관능검사를 실시하여 문제의 원유를 납유하는 목장에 통보하고 개선되도록 지도하여 고품질 원유를 확보하여야 한다.

4. 비중 및 빙점검사에 의한 가수문제

정상적인 홀스타인 젖소의 경우 우유의 총고형분 함량은 평균 12%이며, 그중 유지방과 지용성 비타민은 3.8% 전후, 유단백질과 유당은 각각 3.2%와 4.6%를 함유하고 있다. 우유에는 그밖에도 유아의 영양상 중요한 칼슘, 인, 철분 등 무기물과 모든 종류의 비타민이 포함되어 있으며 원유 중 유고형분 함유량은 영양학적으로서의 가치를 좌우한다. 이와 같이 우유는 많은 고형분이 함유되어 있어 순수한 물의 빙점인 0℃보다 낮은 온도에서 얼게 되는데 이때 어는점을 “빙점”이라 표시한다.

따라서 원유에 물을 첨가하면 우유 내 고형분 함량이 낮아져서 빙점이 높아지므로 현재 전세계적으로 우유 빙점측정은 가수검사에 널리 응용되고 있다. 보통 1%의 가수에 의해서 빙점은 0.0055℃가 높아지므로 정밀한 우유 빙점검사기(Cryoscope)를 사용하면 3%의 가수 부정유의 검출은 가능한 것으로 보고되고 있으며, 국내에서도 이러한 장비를 이용하여 빙점검사에 활용하고 있다.

선진 낙농국가에서는 가수에 대한 문제점을 해결하기 위하여 국가별로 표준 빙점(m℃)을 설정하고 그에 따른 가수 위반 기준을 규정하여 정도에 따라서 집유 정지 또는 유대지불시 제제를 가하고 있는 실정이다. 그리하여 국내에서도 정상적인 젖소의 원유에 대해서 표준 빙점을 설정하고, -508m℃ 초과시 가수한 것으로 판단하여 불합격 기준으로 설정하고 있다. 하지만 대부분 집유기관에서는 이러한 기준을 토대로 하여 좀 더 강화된 기준을 적용하고 있으나 특별한 관리상의 문제가 없는 한 대부분의 농가에서 가수유 검사시 합격을 받고있다.

하지만 간헐적으로 일부 농장에서 가수유 검사에서 불합격을 당하는 경우가 있다. 그 원인으로는 첫째, 고의적 가수 또는 착유시 잘못으로 인하여 파이프라인 세척시 세척수 유입에 의한 가수, 둘째, 다즙 사료의 과급 또는 영양결핍과 불합리한 사양관리에 의한

원인, 셋째, 유방염 및 대사장애 등 젖소의 질병에 의한 원인이 있다(표 4). 이러한 요인 중 국내에 대부분의 목장이 대부분의 목장이 세척수 유입에 의한 가수 원인이 많지만 일부 목장에서는 수분이 많은 청초 및 다즙 사료의 과다 급여 또는 변패된 사료 등 저질의 조사료를 장기 급여함으로써 인하여 우유 중 단백질, 유당 등의 고형분 함량이 낮은 우유(유단백질 3.0% 이하, 유당 4.2% 이하)를 생산하거나 유방염 및 대사장애 질병우의 과다 발생으로 가수유 불합격 또는 관리기준 농장으로 통보 받는 경우가 있다.

표 4 비중 및 빙점검사 불합격 농가의 주요 점검사항 및 대책

원인	주요 점검사항	대책
물 또는 세척수의 냉각기 유입	- 냉각기 및 파이프라인 배관	- 착유후 세척전 냉각기에서 우유 호스 분리 - 착유기 세척시 잔여 우유는 배수 밸브를 열어 별도 용기에 처리 - 파이프라인 세척시 세척수 유입여부 확인
다즙사료의 과급 및 저질사료 급여	- 채소류 및 다즙질 사료의 과다 급여여부 - 저질사료 급여여부 확인	- 수분이 많은 청초는 약간 말려서 급여 - 맥주박, 비지 등 다즙질 부산물은 1일 두당 5kg 이하 급여 - 채소류 등은 건초나 볏짚에 섞어서 급여 - 저질 사료의 장기 급여 금지
젖소의 질병	- 대사질병 및 유방염 감염우	- 변패된 사료 급여로 인한 소화기 질병 및 유방염 예방 대책 수립

비중 및 빙점검사 불합격 목장에서는 집유검사기관으로부터 집합유와 개체 종합유에 대한 유성분 및 빙점검사를 실시하여 불합격 원인을 규명해야 할 것이다. 즉, 개체 집합유 검사를 통하여 빙점에 문제가 있는 소를 선별한 다음, 그 개체에 대하여는 별도로 착유하여 관리하고 근본적인 문제점 개선을 위하여 사료 급여 및 사양관리 상의 원인을 찾아 적절한 관리가 이루어질수록 신속하게 조치를 취하여야 할 것이다.

제6장 알콜검사 부적합 원유 발생 원인 및 관리대책

이등유는 살균과정에서 열에 불안정하여 응고가 일어나기 때문에 유제품 생산에 문제가 된다. 그리하여 집유업체에서는 집유 전 목장 냉각기 원유에 대하여 알콜검사를 실시해서 응고물이 형성되는 경우 이등유로 판정하고 전량 폐기한다. 그러므로 농가에서는 알콜검사 부적합시 착유우 전체에 대한 개체별 검사를 실시하고, 양성우 우유 폐기 및 치료를 실시해야 한다. 이러한 경우에 노동력이 소모되고 폐기로 인한 큰 경제적 손실을 초래하게 된다. 따라서, 농가에서는 이등유 예방을 위하여 매일 냉각기 집합유의 온도 관리와 착유우에 대한 철저한 사양 및 질병 관리를 하고 있지만 일부 농가에서는 간헐적으로 알콜검사 부적합을 받고 있다.

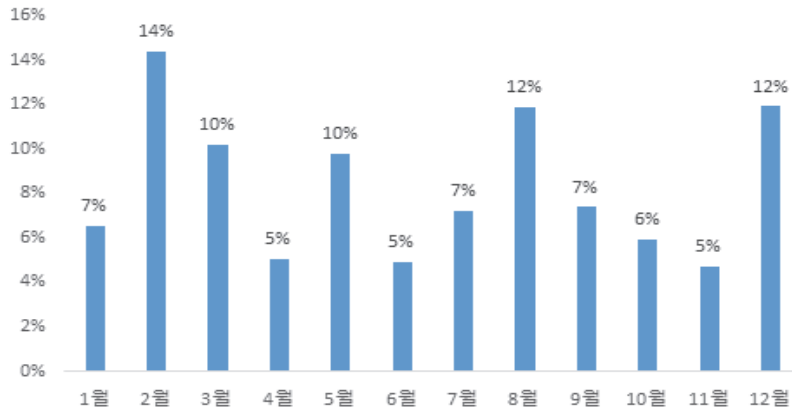
1. 2021년도 국내산 원유의 이등유 부적합 현황

2021년도에 각 시도에서 농림축산검역본부에 보고한 자료에 의하면 국내산 원유의 알콜검사에 의한 불합격량은 122개 목장에서 149,178.2kg이다(표 1). 이는 전체 불합격량의 31.2%에 해당되며, 2019년(16.2%)과 2020년(24.9%)과 비교할 때 점차적으로 증가하는 추세이다. 지역별로는 충북, 세종, 대구, 광주, 울산을 제외하고, 대부분의 시·도에서 알콜검사시 부적합을 보였다.

표 1 2021년 국내 원유검사시 알콜검사 부적합(이등유) 현황

구분	불합격량	불합격 상세 내역 및 분포 비율 (%)					
		관능검사	비중검사	알콜검사	진애검사	잔류물질 검사	기타(빙점, 이물검사)
유량(kg)	478,342.4	74,505.9 (15.6%)	58,109.6 (12.2%)	149,178.2 (31.2%)	0	163,322.2 (34.1%)	33,226.5 (7.0%)
목장수(개)	349	55 (15.8%)	53 (15.2%)	122 (35.0%)	0	104 (29.8%)	15 (4.3%)

알콜검사 부적합 발생은 1월부터 12월까지 모든 시기에 있었지만, <그림 1>에서와 같이 2월과 12월 환절기에, 그리고 8월 혹서기에 다른 계절보다 2배 이상 높았다. 이러한 원인으로는 급격한 일교차와 고온 스트레스에 의한 대사 기능 장애가 주요 요인으로 작용했을 것으로 추정된다.



〈그림 1〉 국내 젖소목장에서 월별 이등유 부적합 비율 (2021년 기준)

2. 이등유 검사방법

원유의 알콜검사는 살균을 위한 가열처리에 적합한 것인가를 검사하는 시험법이다. 알콜검사 방법은 깨끗이 세정·건조한 내경 4~5cm에 폭 1cm의 테가 부착된 투명한 유리제 증발접시나 페트리디쉬 또는 15ml 내외의 유리제 시험관에 원유 시료 2ml를 취한다. 그 다음 온도 보정표를 참고하여 15℃에서 알콜 비중계로 알콜의 농도를 측정하여 70%(v/v) 에틸알콜(ethyl alcohol)을 제조한 동량(2ml)을 가하여 잘 혼합한 후 5초 이내에 응고물 형성 여부를 확인한다. 알콜 반응도 다른 검사와 비슷하게 고온에서는 반응이 강하게 나타나고 저온에서는 반응이 억제되는 경향이 있다. 따라서 알콜검사 시 검사기구의 온도는 10~15℃를 유지하여야 하며, 시험관 및 알콜검사판은 건조된 것을 사용해야 한다.

알콜과 원유를 동량 혼합시 5초 이내에 아무런 반응 결정물이 생성되지 않아야 정상 원유이다. 이와는 반대로 5초 이내에 응집하여 아주 작은 알갱이나 부유물질이 생기면 양성으로 판정한다. 정상적인 원유는 칼슘(Ca)과 단백질인 카제인(casein)이 결합되어 있는데 이등유는 칼슘이 분리되어 있어 알콜과 반응하여 응집하게 된다. 응집력은 이온 강도(ionic strength), 칼륨(K)과 염소(Cl) 농도와 관련되며, 응집 시간은 산도(pH), 요소(urea), 인(P)의 농도에 따라 결정된다. 위와 같이 원유의 산성도(acidity), 산도(pH), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 인(P)과 같은 미네랄 농도, 원유 중 카제인 농도, 혈액에서의 간 손상시 증가하는 효소인 AST(GOT) 수치, 알부민(albumin)과 총단백질(total protein), 중성지방(triglyceride) 농도 등이 알콜검사에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다.

3. 이등유 원인

이등유는 고산도 이등유와 저산도 이등유로 구분된다. 고산도 이등유는 알콜검사시 응고되고, 산성도가 정상(0.18~0.20%)보다 높은 원유로서 일반적으로 신선하지 않은 부패유 또는 산패유를 말한다<표 2>. 고산도 이등유의 원인은 비위생적인 착유 또는 냉각기의 온도 불량에 의한 세균수의 증가이다. 원유 중의 높은 세균수 증가는 유당을 분해하여 유산을 생성하고, 이 유산이 카제인과 결합되어 있는 칼슘을 분리함으로써 알콜과 반응하여 응집을 나타낸다.

표 2 젖소 목장에서 이등유 발생시 주요 점검사항 및 관리방법

구분	점검사항	관리방법
고산도 이등유 (산패유, 부패유)	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각기 관리상태 확인 - 비위생적인 착유여부 확인 	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각기 수리 및 교체 - 위생적인 착유 실시
저산도 이등유	<ul style="list-style-type: none"> - 불량한 축사 환경 점검 (기온의 급격한 변화, 고온 다습한 환경, 유해가스 발생, 환기불량 여부) 	<ul style="list-style-type: none"> - 일교차가 심한 환절기에 우사 환경 관리 - 여름철 방서대책 수립 - 쾌적한 환기 상태 조성
	<ul style="list-style-type: none"> - 잘못된 사료 급여 확인 	<ul style="list-style-type: none"> - 갑작스런 사료 변경 금지 - 변패되거나 불량한 사료급여 금지 - 과도한 농후사료 급여 중지 및 균형적인 조사료 급여 - 부산물 사료 과다 급여 금지
	<ul style="list-style-type: none"> - 젖소 질병 확인 (간기능 및 칼슘, 인, 마그네슘 등 산·염기 대사장애) 	<ul style="list-style-type: none"> - 간질총 감염여부 확인 및 구충 실시 - 유열, 골연증, 케토시스, 기립불능증, 간기능장애, 반추위과산증 등 치료 및 예방
이상유	<ul style="list-style-type: none"> - 초유, 건유기에 가까운 비유말기 원유 	<ul style="list-style-type: none"> - 초유, 비유말기 원유 등 이상유 별도 착유 및 납유 금지

저산도 이등유는 산성도가 0.10~0.18% 정도로 정상 원유와 비슷하면서 알콜에 양성 반응을 보이는 원유로서 가장 큰 원인은 적절하지 못한 사육 환경, 질병 및 대사장애 또는 사료급여량 부족, 곱팡이 낀 사료 급여 등이다. 정상적인 원유는 단백질의 약 80%가 카제인으로 구성되어 있다. 이러한 카제인 입자는 물에 녹아 칼슘과 마그네슘 이온에 결합하여 안정성을 가져 친수성 콜로이드 상태로 존재한다.

그러나 초유나 건유기에 가까운 비유 말기 원유, 또는 반추위 산성증이나 케토시스에 의하여 카제인으로부터 칼슘이 분리되어 유산 칼슘, 또는 다른 산 칼슘염을 만든다. 이러한 불안정한 칼슘은 알콜을 첨가하면 카제인과 결합수가 분리되는 탈수 현상이 일어나 소수성 콜로이드로 된다. 이러한 카제인 성상의 변화와 함께 분리된 칼슘과 마그네슘 이온이 증가하여 카제인이 안정성을 잃게 되어 알콜에 응집하게 된다. 그리하여 저산도 이등유의 경우는 칼슘 이온이 15mg/dl 이상을 나타내어 정상 원유의 9.5mg/dl보다 높은 수치를 나타낸다.

4. 저산도 이등유 발생 요인과 예방 및 치료법

착유우로부터 저산도 이등유 생성의 원인은 매우 다양하다. 한 가지 요인에 의하여 문제 될 수도 있지만 대부분 여러가지 요인이 상호 복합적으로 작용하여 나타난다. 즉, 사료적 요인, 젖소의 질병 또는 생리적 요인, 젖소에게 스트레스를 줄 수 있는 온도, 습도, 유해가스 등 환경적 요인이 복합적으로 연계되어 나타난다. 일반적으로 젖소는 환경의 변화에 충분히 적응할 수 있지만 사료 및 질병 요인에 심한 일교차와 고온과 같은 이차적인 스트레스를 받게 되면 이등유를 분비하게 된다.

그러므로 목장에서 이등유의 원인을 정확하게 진단하기 위해서는 체계적이고 종합적인 점검이 필요하다. 이와 더불어 다른 질병과 마찬가지로 모든 젖소에서 알콜 양성반응을 보이는 것이 아니고, 이등유 발병 요인에 민감한 일부 소에서만 문제되므로 양성우 조기 검출과 신속한 치료 및 개선책 마련이 시급하다.

1) 사료적 요인

① 급여량 부족 및 영양소 불균형

사료 급여량 부족에 의한 영양 부족과 농후사료의 과잉 급여 또는 맥주박, 대두박 또는 두과 목초의 다량 급여에 따른 사료 중 단백질 과다 급여로 인한 간 손상시 이등유 원인이 될 수 있다. 즉, 에너지 요구량에 비하여 단백질 함량이 높은 배합사료나 조사료를 과다하게 급여하면 체내에 암모니아가 과다하게 생성된다. 암모니아는 제1위 벽을 통해 혈액으로 흡수되어 간으로 이행된 후 비독성 물질인 요소로 대사된다. 이때 에너지가 소모되어 사료 중 단백질과 에너지 함량이 불균형 상태를 나타내어 에너지 절대 부족 현상을 초래하게 된다. 사료 중 에너지 부족 및 단백질 과다 공급에 따른 체내 암모니아 과다 생성은 대사의 중심이 되는 간세포에 손상을 초래하여 이등유를 분비할 뿐만 아니라 젖소의 건강에 부정적인 영향을 주게 된다.

② 변질된 사료 급여

곰팡이 낀 사일리지, 변질된 암모니아 가스가 처리된 볏짚이나 젖산 발효사료를 급여할 경우에도 제1위내 산도(pH)의 변화나 이상발효로 인해 생체 이용률의 불균형이 발생하여 간기능에 문제 된다. 간기능이 손상되면 칼슘 대사에 관여하는 알부민 합성이 크게 줄어들어 이등유의 직접적인 원인이 된다. 농가에서 곰팡이 독소에 노출되어 이등유가 분비되었다면 반드시 곰팡이 독소 흡착제를 지속적으로 급여하여 독소를 배출함과 동시에 간기능 개선이 필요하다. 이와 더불어 반추위 내 미생물의 정상화와 활성화를 위하여 효모제를 1일 150g 정도 지속적으로 급여하는 것도 권장된다.

③ 칼슘과 인의 급여량 불균형

착유우에게 칼슘을 과잉 또는 부족하게 급여하거나 칼슘과 인의 불균형 시 이등유를 생성하게 된다. 예를 들면, TMR 사료 내 칼슘과 인의 함량 비율이 비정상적(1.6:1.0 이하)일 때 칼슘 흡수율이 감소되면 카제인이 응고되어 이등유가 생성될 수 있다. 이러한 경우에는 제2인산칼슘이나 제3인산칼슘으로 칼슘 급여량을 조정해야 한다. 이와 반대로 칼슘 급여량이 지나치게 높으면 인 흡수율이 저하되어 카제인 응고의 원인이 되므로 이 경우에는 제2인산나트륨을 급여하여 인의 공급량을 조절해 주어야 한다.

2) 간기능 및 대사장애 질병에 의한 요인

① 간질충 감염 또는 간기능 저하

외부 기생충인 간질충 감염시 간 조직은 심각한 손상을 받아 칼슘 대사의 이상을 초래하여 이등유의 직접적인 원인이 된다. 이 경우에는 간질충 치료 및 예방을 위하여 구충제 급여 또는 주사가 필요하다. 또한 젖소에서 간기능을 저하시키는 다양한 요인들도 이등유의 원인이 될 수 있다. 이러한 경우에는 간기능을 개선하기 위하여 메티오닌, 글루루론산, 비타민 A, C, D와 간기능 강화제를 주사해야 한다. 이러한 치료는 이등유 문제해결에 있어서 일시적인 도움을 줄 수 있지만 간기능 저하의 근본적인 원인을 제거하지 않으면 치료효과는 한계를 나타낼 수 밖에 없다. 따라서 농가에서는 간기능에 영향을 미칠 수 있는 사료 영양 및 질병을 일으키는 원인을 제거해야 한다.

② 유열, 케토시스 및 반추위 과산증과 같은 대사성 질병

유열(저칼슘혈증) 증상이 심한 젖소는 원유 중 칼슘 함량이 지나치게 낮게 되므로 이등유를 생성하게 된다. 이러한 경우에 칼슘 보충제를 급여하거나 비타민 K를 5% 포도당 용액에 혼합하여 200~1000mg 정맥주사가 필요하다. 또한, 케토시스 발생시 제1위 내에서 휘발성 지방산 중 낙산의 생산이 많아져 이등유를 생성하게 된다. 케토시스의 경우는 에너지 보충을 위하여 프로필렌글리콜을 1일 200ml 정도 급여하도록 한다.

반추위 과산증시 원유로 유기산 분비를 증가시켜 원유의 산도(pH)를 낮게 한다. 그리하여 원유 중 칼슘 농도를 증대시켜 원유 단백질인 카제인을 응고하기 때문에 이등유가 생산된다. 또한 반추위 과산증이 장기간 진행될 경우에 비정상적인 대사경로에 의하여 간기능에 영향을 주게 되어 이등유의 원인이 되기도 한다. 반추위 과산증을 일으키는 주요 요인으로는 갑작스런 농후사료 급여 증가, 조사료 급여량 부족, 지나치게 짧은 조사료 절단

갈이, 사료의 폭식을 초래하는 급여 방식, 고온 및 환기 스트레스, 반추위 운동을 저하시키는 질병(유열, 케토시스, 곰팡이독소 중독 등) 등 매우 다양하다.

농장에서는 반추위 과산증이 발생하는 상기 원인들을 제거해 주면서 동시에 반추위 산도를 안정화시켜 줄 수 있는 중조를 두 당 100~150g 및 효모균 100g 정도를 상시 급여해 주거나 제2인산나트륨을 1일 40~70g을 일주일 정도 경구 투여하거나 10% 구연산나트륨 용액을 일일 300ml씩 수일간 피하 주사해야 한다. 이러한 치료와 병행해서 활발한 반추운동을 유도하여 타액 생산을 촉진시키기 위하여 섬유소가 많이 함유된 조사료 공급을 증가해야 한다.

3) 환경적 요인

일반적으로 젖소는 환경의 변화에 충분히 적응할 수 있지만, 사료 및 질병 요인에 급격한 환경 변화와 같은 이차적인 스트레스를 받게 되면 이등유를 분비하게 된다. 특히, 고온 다습한 여름철 장마기간에 우사 내에는 저기압이 형성되어 암모니아와 이산화탄소 등으로 오염된 공기가 우사 밖으로 배출되지 않는 환기 불량이 심하여 다른 계절보다도 더욱 문제된다. 또한, 아침·저녁으로 일교차가 심한 환절기에도 목장 내에 이슬이 맺히는 결로현상이 나타나 습한 공기로 인해 오염된 공기가 기온이 오르는 한낮이 되어서야 우사 밖으로 배출되어 환기불량이 생길 수 있다.

이외에도 여러 가지 외부적인 요인에 의하여 유해가스가 발생하거나 축사 내 분뇨 오염 및 환기 불량이 심하여 암모니아와 이산화탄소 등으로 공기가 오염되었을 경우에 유해가스가 우사 내 높은 습도와 결합하여 우사 바닥으로 깔리면서 우사 외부로 배출되지 않는다. 이러한 경우 젖소는 저산소증을 보여 혈액 내 이산화탄소 농도를 증가시키면서 혈액의 산성화를 일으켜 이등유가 발생된다. 또한, 저산소증은 정상적인 유즙 합성을 저해하여 유량 감소로 인한 유선조직 내 칼슘 대사를 줄여 우유 내로 유리 칼슘 분비를 촉진함으로써 저산도 이등유 분비의 원인이 된다.

이러한 문제점을 목장에서 확인하는 방법으로는 아침·저녁으로 젖소들이 우사의 특정한 장소로 몰려서 기립해 있는지를 관찰하는 것이다. 즉, 젖소들이 시간에 따라 우사의 특정한 곳으로 몰려다니면서 기립해 있다는 것은 심각한 환기 불량을 의미한다. 환기 불량으로 인한 이등유 생산은 철저한 우사 내 환기 관리 만이 유일한 대책이다. 이러한 경우에는 우사 내로 신선한 공기를 유입시킬 수 있도록 공기 통로 장애물을 제거하거나 오염된 공기를 효율적으로 배출시킬 수 있는 강제 환기 장치나 시설을 추가해야 한다.

4) 기타(이상유)

초유는 보통 일주일 정도가 지나면 냉각기에 넣을 수 있으나 한 달이 지나도 알콜 반응에 양성을 나타내는 경우가 있는데 이것은 우유 내 성분 함량의 불균형에 의한 것이다. 이때는 조사료를 충분히 급여하고 단백질 함량이 높은 알팔파나 클로버 등의 급여를 줄여주는 것이 좋다. 그리고 좀 더 시간을 갖고 부신을 보호하기 위하여 비타민 A, C, D, B1 체제를 주사해주는 것도 필요하다. 젖소 개체별로는 산유량이 많은 고능력우가 유선의 기능에 과중한 부담을 받기 때문에 생리적으로 체력이 감소하게 되어 이등유 분비 가능성이 높다.

이등유 관리를 위해서는 알콜검사 부적합 개체에 대한 치료도 중요하지만, 문제의 원인이 되는 사양관리 요인을 개선하는 것이 무엇보다 중요하다. 우선, 농가에서는 일차적으로 이등유의 원인이 되는 요인들에 대해서 다각적으로 검토해야 한다. 앞서 소개하였지만, 이등유의 원인은 개별적인 요인보다는 복합적으로 연관되어 있으므로 다각적이고 종합적인 예방조치가 필요하다. 즉, 착유우에 대하여 사료, 환경, 질병에 의한 스트레스가 발병하지 않도록 관리하는 것이 중요하다.

사료 급여에 있어서는 갑작스런 사료변경 금지, 불량사료 급여 주의, 과도한 농후사료 급여 중지 및 균형적인 조사료 급여, 반추위 산도 조절을 위하여 사료급여 횟수를 3회 이상 실시, 조사료의 충분한 섭취를 위하여 충분한 양의 물 급여, 칼슘과 인의 균형적인 급여가 이루어져야 한다. 질병 예방 측면에서는 간기능 장애, 반추위 과산증 등이 발생하지 않도록 예방 및 치료가 필요하다. 특히, 이등유 생성의 중요한 역할을 하는 간 조직 손상에 의한 대사 기능 저하가 나타나지 않도록 해야 한다.

또한, 개방된 우사에서 생활하는 젖소의 특성상 급격한 온도변화에 취약하기 때문에 젖소의 체감 온도를 생육조건에 맞는 범위 내에서 관리되도록 환경적 측면에서도 관심을 가져야 할 것이다. 다시 한번 강조하지만, 저산도 이등유는 생체 내에서 대사 과정을 정상적으로 유지시키면 예방할 수 있으므로 치료보다는 예방에 중점을 두어야 한다. 이러한 이등유에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 무엇보다도 젖소의 사료 급여 및 목장 주변 환경 개선 등을 재정비하고 간 질환 등 질병 관리에 최선을 다해야 한다.

제7장 항생제 잔류물질 불합격 원인 및 예방대책

1. 잔류물질 관리의 중요성

원유에서 「잔류물질」이라 함은 축산물의 생산과정에서 사료에 첨가하거나 직접 투약되는 동물용 의약품 또는 오염된 물질이 가축 체내에 남아 축산물을 섭취하였을 때 인체에 유해하게 작용할 수 있는 물질을 말한다. 이러한 잔류물질 중 항생제는 특이체질의 사람에게는 과민반응을 일으킨다. 또한, 장기간 반복 투여하거나 사료 첨가제와 같이 장기간 저농도로 투여한 항생물질에 대한 내성을 갖는 세균의 출현 및 그 내성의 전달로 사람에서의 질병 치료가 어렵게 되어 공중보건학적으로 문제가 된다.

낙농 현장에서 젖소의 유방염 등 각종 질병의 치료를 위해 유방염 연고제 등 항생제를 비롯한 다양한 동물용 의약품을 사용하게 된다. 젖소에게 주사제나 연고제 형태로 항생제를 투여할 경우에 주변 모세혈관을 통해 체내에 흡수되고 혈액을 통해 소의 각 내부장기에 분포하게 된다. 이후 일정 기간이 지나면 항생제는 간에서 대사되거나 대사되지 않은 본래 형태의 원물질로서 분변이나 뇨로 배설되고, 비유 중인 젖소의 경우 유즙으로도 배설된다. 따라서, 인체에 해가 없는 잔류허용기준 이하로 배설되는 안전한 휴약기간을 준수하지 않고 생산한 원유는 항생제가 잔류할 수 있게 된다.

그리하여 대부분의 국가에서는 원유의 안전성 확보를 위하여 항생제 등 잔류물질에 대한 검사를 강화하고 있다. 우리나라 정부에서도 원유에 대한 안전관리를 더욱 강화하고 국민의 건강을 증진하기 위한 목적으로 집유업체에서 수행하고 있는 상시검사와는 별개로 2020년 7월 1일부터 국가의 축산물검사기관에서 원유 잔류물질 검사프로그램(National Residue Program: NRP)을 수행하고 있다. 우유 내 항생제 등의 잔류문제는 유통단계에서 병원성 미생물이 오염·증식 될 수도 있는 것과는 달리 근본적으로 농장단계의 생산자가 관리하여야 한다.

2. 국내 원유의 잔류물질 허용기준이 설정된 물질

우리나라에서 원유 내 항생제 등 유해 잔류물질의 잔류허용기준이 최초로 설정된 것은 1996년 9월 4일 보건복지부 고시 제1996-63호를 통해서였다. 이전에는 식품공전에 “식품에는 어떠한 유해물질도 잔류되어서는 아니된다”라는 원칙적인 규정이 있었다. 이러한 원칙에 따라 항생물질 등 동물용 의약품은 우유에 잔류되어서는 아니되는 “불검출” 규정으로 지나치게 엄격하게 되어 있어 선진국에서 설정하고 있는 잔류허용기준 이하의 극미량이 검출되는 경우에도 해당 우유를 전량 폐기하여야 하는 문제가 있었다.

표 1 우리나라 원유 내 잔류허용기준이 설정된 세부물질

검사물질군	세부 물질명 (총 72종)
항생물질 (35종)	암피실린, 벤질페니실린, 아목시실린, 나프실린, 클록사실린, 디클록사실린, 세프티오퍼, 세파피린, 세파세트릴, 세파졸린, 세팔렉신, 세팔로니움, 세포페라존, 세푸록심, 세프퀴논, 옥시테트라사이클린, 클로르테트라사이클린, 테트라사이클린, 독시사이클린, 겐타마이신, 네오마이신, 스펙티노마이신, 디하이드로스트렙토마이신, 스트렙토마이신, 카나마이신, 스피라마이신, 에리스로마이신, 타일로신, 바시트라신, 버지니아마이신, 콜리스틴, 클로람페니콜, 린코마이신, 아미카신, 티미코신
합성항균제 (23종)	설파제 15항목(설파디메톡신/설파메라진/설파메타진/설파모노메톡신/설파퀴녹살린/설파클로진/설파메톡시피리다진/설파메톡사졸/설파티아졸/설파클로르피리다진/설파속사졸/설파디아진/설파독신/설파페니졸/설파구아니딘) 퀴놀론계 8항목(엔로플록사신, 시프로플록사신, 오픈로플록사신, 페플록사신, 노르플록사신, 다노플록사신, 오비플록사신, 마보플록사신)
농약 (9종)	사이퍼메트린, 클로르피리포스, 델타메트린, 글리포세이트, 클로르피리포스메틸, 벤디옥카브, 퍼메트린, 카보퓨란, 카바릴
구충제(2종)	이버멕틴, 에프리노멕틴
항염증제(2종)	덱사메타손, 프레드니솔론
환경유래물질 (1종)	아플라톡신 M1

그리하여 1996년 우리나라에서는 잔류허용기준이 설정되지 않은 문제점을 개선하고 과학적인 방법으로 우유 및 유제품의 안전성을 확보하기 위하여 우유에 잔류될 수 있는 항생제 등 9종에 대한 기준을 설정한 이래 우유뿐만 아니라 식육, 계란 등 축산식품 전반에 걸쳐 잔류허용기준을 확대하였다. 2023년 우리나라에서 원유 내 잔류허용기준이 설정된 물질은 항생물질 35종, 합성항균제 23종, 농약 9종, 구충제 2종, 항염증제 2종 및 환경유래물질 1종 등 총 72종이다(표 1).

한편, 국가간 식품 교역시 수용될 수 있는 국제기준을 제·개정하는 국제식품규격위원회(Codex)나 미국, EU 등 선진국에서도 우유를 포함한 식품 전반의 잔류허용기준 설정과 잔류분석법 개발을 확대해 가고 있는 추세이다. 앞으로 우리나라에서도 코덱스(Codex)는 물론 각국의 동향을 예의주시하면서 원유 내 잔류허용기준 설정 물질수가 지속적으로 확대됨과 동시에 이들 물질에 대한 잔류물질 검사도 더욱 강화될 것으로 예상된다.

우리나라에서도 2018년부터 2019년까지 2년간 시범조사 및 낙농가 대상 사전 지도·홍보를 바탕으로 원유 국가잔류물질 검사프로그램을 구축하여 2020년 7월 1일부터 동물용의약품·농약·곰팡이독소 등 72종에 대하여 기체크로마토그래피와 액체크로마토그래피로 매년 300건(농장·차량 시료 200건, 저유조시료 100건)의 검사프로그램을 수립하고, 시·도 축산물검사기관에서 검사하며, 부적합 원유는 집유장에서 폐기 처리되어 유통을 차단하고 있다.

3. 우리나라 원유 내 잔류물질 부적합 현황

우유 내 항생제 등 잔류물질을 비롯한 원유검사는 축산물위생법에 따라 책임수의사가 집유시 상시검사로 실시하고 있다. 우리나라의 최근 8년 동안 원유 중 잔류물질 검사 및 위반 현황은 <표 2>와 같다. 2021년 우리나라에서 집유된 원유 약 203만톤에 대한 검사 결과 104개 목장에서 163톤이 잔류물질 부적합으로 폐기되었다. 이는 전체 검사 원유의 0.008% 정도이며, 이러한 잔류물질 부적합 목장수와 폐기율은 매년 지속적으로 감소되는 추세이다. 집유업체 기준으로 전국의 시·도별 잔류물질 부적합 현황은 <표 3>과 같다. 잔류물질 부적합 원인의 대부분이 항생물질 및 합성항생제에 의한 것이다.

표 2 연도별 원유 중 집유시 잔류물질 검사 및 위반 현황

구 분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
검사실적(만톤)	216	215	207	208	206	206	210	203
위반건수(목장수)	213	195	319	258	264	234	170	104
폐기량(톤)	288	370	478	363	399	396	302	163
폐기율(%)	0.013	0.017	0.023	0.017	0.019	0.019	0.014	0.008

표 3 시·도별 잔류물질 검사실적 및 부적합 현황

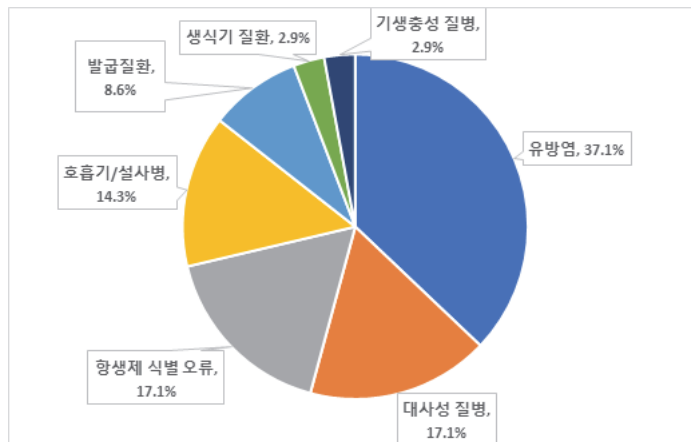
(단위: 톤)

구 분		'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
세종	검사실적	검사실적 없음	검사실적 없음	25,306	51,849	50,031	48,204	48,748	44,903
	부적합량			0	5.6	13.1	22.9	0	0
대구	검사실적	92,455	49,670	67,684	64,952	66,721	65,881	73,805	76,137
	부적합량	9	8	38.6	29.5	40.9	41.7	38.7	29.1
인천	검사실적	39,207	38,230	20,981	36,800	37,149	37,580	38,090	37,009
	부적합량	0	0	4	7.8	7.0	6.6	13.1	1.2
광주	검사실적	2,376	2,820	2,782	3,429	3,120	2,916	2,835	2,914
	부적합량	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	검사실적	17,264	16,178	14,305	13,734	13,062	12,429	12,007	10,817
	부적합량	0	0	1.4	2.3	0	3.3	7.8	0
경기	검사실적	793,980	854,488	801,876	785,649	778,934	787,677	817,412	801,267
	부적합량	88.7	90.1	192.2	153.3	151.2	117	107.6	80.6
강원	검사실적	76,962	79,107	74,395	74,393	74,314	74,498	75,228	74,193
	부적합량	45.2	80.3	52.9	8.0	31.7	22.1	9.6	1.0
충북	검사실적	94,606	94,179	89,846	82,114	81,511	82,355	73,969	60,363
	부적합량	47.5	37	12.8	14.3	10.8	24.9	3.1	1.7
충남	검사실적	501,551	486,489	469,818	422,744	414,868	411,546	417,678	404,295
	부적합량	14.2	18.5	47.8	36.9	44.2	33.8	36.4	10.9
전북	검사실적	158,194	158,777	155,500	162,335	165,415	168,572	169,572	161,966
	부적합량	5.1	10.6	0	0	0	24.2	2.8	0
전남	검사실적	132,953	131,757	126,815	126,934	126,945	128,862	129,285	124,756
	부적합량	26	39.3	16.7	13.3	17.4	18.1	12.3	0.4
경북	검사실적	88,925	91,122	122,396	121,842	117,055	117,263	109,832	102,446
	부적합량	51.1	84.3	62.7	49.6	53.3	51.6	36.4	11.2
경남	검사실적	140,994	130,633	102,138	112,465	115,166	117,101	118,896	118,475
	부적합량	1.1	2.3	31.6	25.6	24.1	20.7	18.7	11.0
제주	검사실적	18,702	18,636	17,715	17,161	16,066	15,771	15,620	14,434
	부적합량	0	0	17.4	17.1	5.2	8.7	15.4	16.2
총계	검사실적	2,158,170	2,152,087	2,091,555	2,076,401	2,060,358	2,070,654	2,102,976	2,033,976
	부적합량	288	370	478	363	399	396	302	163

4. 목장 원유의 항생제 잔류 위반 원인 분석

경북지역에서 생산된 원유 내 항생물질의 잔류 현황을 조사하기 위하여 122개 농가를 선정하여 2016년 1월부터 2018년 12월까지 총 3년 동안 식품의 기준 및 규격에 명시된 항원·항체반응을 이용한 면역 크로마토그래피법을 활용하여 항생물질의 잔류 여부를 부경대학교에서 검사한 결과 총 19,032개의 시료 중 35건(0.184%)이 양성으로 나타났다. 각 농가에 대한 추적 조사 및 인터뷰를 통해 원유 내 항생물질이 검출된 요인을 조사하였다.

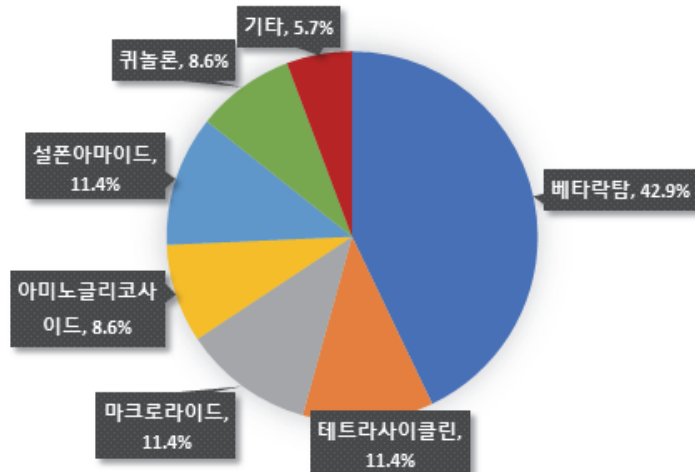
그 결과 유방염과 관련된 치료 및 취급 과정에서 항생물질이 전이되는 경우가 37.1%로 가장 높았다. 그 다음으로 대사성 질병이 17.1%로 나타났으며, 항생물질 사용 후 충분한 휴약기간이 경과된 시점에 착유를 실시하여야 하나 그렇지 못한 경우, 또는 항생물질을 투여한 개체우 식별 오류에 의한 요인이 17.1%로 나타났다. 그 외 호흡기 관련 질병이나 설사 관련 질병이 14.3%, 발굽 질환 8.6%, 생식기 질병 2.9%, 기생충에 의한 요인이 2.9% 순으로 나타났다(그림 1).



〈그림 1〉 잔류 위반 사례의 항생제 검출 요인 (출처: 부경대학교 2020)

잔류 위반 사례의 계절별 분포는 겨울(45.7%), 여름(28.6%), 봄(17.1%), 가을(8.6%) 순으로 나타났다, 이러한 결과는 젖소의 질병 발생 양상에 따른 항생제 사용 빈도와 기상 여건에 따른 낙농가의 항생제 치료 착유우에 대한 관리 상황 등에 의한 것으로 추정된다.

잔류 위반 항생물질의 계열별 검출 분포는 베타락탐(Beta-lactam) 계열 42.9%, 테트라사이클린(tetracycline) 계열 11.4%, 마크로라이드(macrolide) 계열 11.4%, 설펜아마이드(sulfonamide) 계열 11.4%, 아미노글리코사이드(aminoglycoside) 계열 8.6%, 퀴놀론(quinolone) 계열 8.6%, 기타 5.7% 순으로 나타났다(그림 2).



〈그림 2〉 잔류 위반 사례의 항생제 계열별 검출 분포 (출처: 부경대학교 2020)

전체 항생제 계열 중 베타락탐 계열의 항생물질의 검출 분포가 가장 높게 나타나는 것은 건유기를 포함하여 비유기 유방염 연고제로 우리나라에서 허가 및 생산된 성분 중 가장 많으며〈표 4〉, 수의사 처방이 많고, 넓은 스펙트럼과 우수한 항균 효과 등을 가지고 있어서 농가에서 사용 빈도가 높았기 때문으로 추정된다.

표 4 국내 유방염 연고제로 허가된 항생제 계열별 성분

항생제 계열	항생제 성분
베타락탐 (Beta-lactam)	페니실린(penicillin), 암피실린(ampicillin), 아목시실린(amoxicillin) 클록사실린(cloxacillin), 옥사실린(oxacillin) 등
테트라사이클린 (Tetracycline)	옥시테트라사이클린(oxytetracycline) 등
마크로라이드 (Macrolide)	에리스로마이신(erythromycin), 스피라마이신(spiramycin), 타일로신(tylosin) 등
설푼아마이드 (Sulfonamide)	트리메토프림/설파메톡사졸(trimethoprim/sulphamethoxazole), 설파디메톡신(sulphadimethoxine) 등
아미노글리코사이드 (Aminoglycoside)	겐타마이신(gentamicin), 스트렙토마이신(streptomycin), 네오마이신(neomycin) 아미카신(amikacin), 카나마이신(kanamycin) 등
퀴놀론 (Quinolone)	노플록사신(norfloxacin), 마보플록사신(marbofloxacin), 엔로플록사신(enrofloxacin) 등
세팔로스포린 (Cephalosporins)	세프티오퍼(ceftiofur), 세팔렉신(cephalexin), 세파졸린(cephazolin), 세푸록심(cefuroxime), 세프퀴놈(cefquinome), 세팔로니움(cephalonium) 등

5. 목장 원유의 항생제 잔류물질 예방대책

1) 동물용의약품 사용 시 점검사항

항생제 등 잔류물질에 대한 부적합을 받지 않기 위해서는 목장에서 사전에 위험 요소가 될 수 있는 사항을 예방적인 차원에서 좀 더 체계적으로 관리하고 휴약기간을 철저히 준수해야 한다. 이를 위해 낙농가들은 약물 사용 시 다음과 같은 사항 등을 점검해야 한다.

- ① 동물약품에서 인정한 치료 대상 축종이 맞는지? ② 약물 사용 없이 동물을 돌볼 수 있는지? ③ 약물 잔류문제가 없는지? ④ 약물의 투여 용량 및 방법이 적절한지? ⑤ 약물 사용 축종이 착유용, 건유용, 육우용인지 확인하였는지? ⑥ 다른 약물과 혼합해서 사용이 가능한지? ⑦ 약품의 기록이 정확하게 되어 있는지? ⑧ 약물의 경제적인 측면은 적절한지? ⑨ 약물의 생산일자, 효능, 오염여부, 안전성은 적절한지? ⑩ 약물의 부작용은 무엇인지? ⑪ 동물이 약물을 대사 시킬 수 있는지? ⑫ 약물에 대한 알러지 반응이 있는지? ⑬ 목장에 질병을 예방할 수 있는 사양관리 방법이 있는지?

위의 사항에 대한 답변을 할 수 없는 약물을 사용할 경우에는 동물에 해로울 수도 있고 약물 잔류를 일으킬 수 있다. 따라서 낙농가들은 동물용의약품 설명서를 충분히 숙지한 후 사용해야 하고, 수의사들은 이러한 문제점에 대한 권장 방법을 제공할 수 있기 때문에 동물용 의약품 사용시 수의사와 충분히 상의하는 것이 바람직하다.

2) 동물용 의약품의 사용 및 보관

동물용 의약품의 부적절한 이해와 불완전한 보관은 약물 치료시 좋은 반응을 가져올 수 없기 때문에 다음과 같은 사항들을 준수해야 할 것이다. ① 보관 온도 및 보관 방법 등 설명서대로 약물을 안전하게 보관한다. ② 약물의 투여 용량과 사용 방법을 기록한다. ③ 약물을 치료한 소의 개체를 표시한다. ④ 약물의 투여 금지 또는 중단 사항을 철저히 준수한다. ⑤ 약물잔류검사를 실시할 수 있는 기관을 알아둔다.

사용설명서대로 약물을 적절하게 투여를 하였는데도 불구하고, 때때로 약물 휴약기간을 초과할 수 있다. 이러한 원인으로는 다음과 같다. ① 실제 체중에 비하여 상대적으로 많은 양의 약물을 투여한 경우 ② 비정상적으로 약물을 투입했을 경우(예를 들면 피하에 주사해야 하는데 근육으로 주사되었을 경우) ③ 약물을 혼합해서 사용했을 경우 ④ 동물용 의약품에서 인정하는 축종에 투여하지 않는 경우 ⑤ 동물이 매우 심하게 아픈 경우(정상적인 약물 대사 기간(휴약기간)보다 증가됨).

3) 항생물질 사용시 준수사항

동물용 의약품의 사용은 동물의 건강을 개선하기 위해서 사용해야 한다. 항생물질 잔류로 인한 부적합을 예방하기 위해서는 다음과 같은 사항을 준수해야 한다. ① 약품 사용시 설명서를 충분히 읽어본 후 사용하며, 사용설명서에 지정된 가축에만 사용한다. ② 착유우를 새로 구입할 때, 치료 유무가 불분명하면 납유 전 약물 잔류검사를 실시하고 납유한다. ③ 모든 치료 가축의 확인과 치료일지를 정확히 기록하고, 착유하는 사람 모두가 쉽게 알 수 있도록 페인트 스틱 등으로 표시하거나 격리하여 구분이 가능하도록 해야 한다.

④ 약물 잔류를 최소화하기 위하여 기본적으로 투여경로를 정맥주사 또는 피하주사를 선택하고, 가능한 항생제 치료와 구충제 투여는 건유기에 실시한다. ⑤ 항생제는 분방 간에 흡수되어 전달하기 때문에 한 분방에만 유방내 주입제를 사용하였을때에도 다른 모든 분방에서 착유한 우유를 폐기한다. ⑥ 약물 방지를 위해 권장한 휴약기간을 정확하게 준수한다. 휴약기간을 잘 지켰음에도 불구하고 잔류물질 양성이 나오는 경우는 휴약기간 설정이 건강한 가축을 대상으로 설정되어 있으므로 환축에서는 다소 배설속도가 느릴 수 있다. 특히 질병에 걸렸거나 탈수가 심한 경우는 조심하고, 모든 치료가축이나 젖소가 건유기에 치료를 받았을 경우에는 착유한 우유는 잔류물질검사를 실시하고 납유해야 한다. 또한, 젖소가 건유기 항생제를 주입할 경우는 건유기 항생제의 휴약기간이 최소 40일 이상이므로 건유기간 60일을 잘 준수한다.

⑦ 제조회사에서 권장한 용법 및 용량, 투여경로를 반드시 지킨다. 동물약품의 휴약기간은 약품의 제형, 투여 방법 등에 따라 다르다. 동일한 성분이라도 제품 내 포함되어 있는 보조성분에 따라 휴약기간이 달라질 수 있다. ⑧ 약제 첨가 사료는 반드시 첨가하지 않은 사료와 따로 분리하여 보관하고, 비유기용 유방 내 주입제와 건유기용 유방 내 주입제는 따로 분리하여 보관해야 한다. 또한, 동물 치료 약품은 소들이 먹지 못하도록 잘 보관한다. ⑨ 도태 대상우는 항생제 사용 후 권장된 휴약기간이 지난 후 도태한다.

제8장 곰팡이 독소 원인 및 예방대책

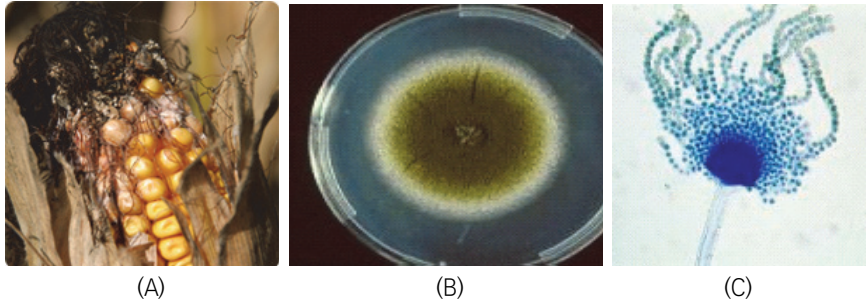
1. 곰팡이 독소 관리의 필요성

고온 다습한 하절기 기상 조건은 사료 작물 생산에서부터 농장에서의 보관 및 동물 급여에 이르기까지 곰팡이의 증식 및 독소 생성을 높게 할 수 있다. 특히, 소는 주요 사료 원료로서 조사료를 섭취하고, 이러한 조사료는 보관이 용이하지 않아서 다양한 종류의 곰팡이에 노출되기 쉽다. 배합사료를 포함하여 조사료 대부분을 전적으로 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우에는 장기간 유통에 의하여 다양한 종류의 곰팡이 노출 가능성이 높다. 또한, 수분 함량이 높은 사일리지나 TMR 사료는 곰팡이 독소가 발생하기 좋아 더욱 문제가 된다.

곰팡이독소(mycotoxin)는 아주 낮은 수준으로 오염되었다고 하더라도 소의 면역력을 떨어뜨리고, 지속적으로 급여할 경우에 질병 유발과 우유 생산량 감소를 초래하므로 더욱 주의가 필요하다. 곰팡이 독소 이외에도 사료에 오염되어 있는 대부분의 곰팡이는 단백질, 지방, 탄수화물 분해효소 등을 합성할 수 있어 사료 중 영양소를 점차적으로 감소시킨다. 이러한 영양소의 손실과 기호성 저하로 인하여 사료 섭취량 및 사료 효율 저하를 초래하게 되어 소의 성장 및 생산성에 영향을 주게 된다. 또한, 화학적 또는 열처리에도 독소를 완전하게 제거하기가 어려우므로 곰팡이 관리에 더욱 신경을 써야 할 것이다. 그리하여 축산농가에서의 사료의 곰팡이 독소 오염으로 인한 경제적 피해는 전세계적으로 해마다 증가하고 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 최근 국내외적으로 사료산업 분야에서 가장 대두되는 현안 과제 중 하나가 곰팡이 독소에 대한 관리이다.

2. 젖소에서의 곰팡이 중독증의 발병기전

자연 환경에는 수많은 종류의 곰팡이가 있고, 그중 대부분은 인간에게 이익을 가져다준다. 하지만 <그림 1>에서와 같은 아스퍼질루스(*Aspergillus*)는 2차 대사산물인 아플라톡신(aflatoxin)을 산생하여 사람 및 동물에게 급성 또는 만성형의 곰팡이중독증(mycotoxicosis)을 유발한다. 현재까지 사람 및 가축에서 문제를 일으키는 곰팡이 독소는 300~400여종 이상이 보고되었고, 이들 중 대략 80여종이 동물에게 급여되었을 때 중독을 나타낸 것으로 알려지고 있으며, 젖소에서 문제되는 주요 곰팡이 및 곰팡이 독소는 <표 1>과 같다.



〈그림 1〉 곰팡이 낀 옥수수(A), 이플라독소를 생성하는 아스퍼질루스 플라비스 집락(B)과 현미경 소견(C)

표 1 젖소에서 문제되는 주요 곰팡이 및 곰팡이 독소

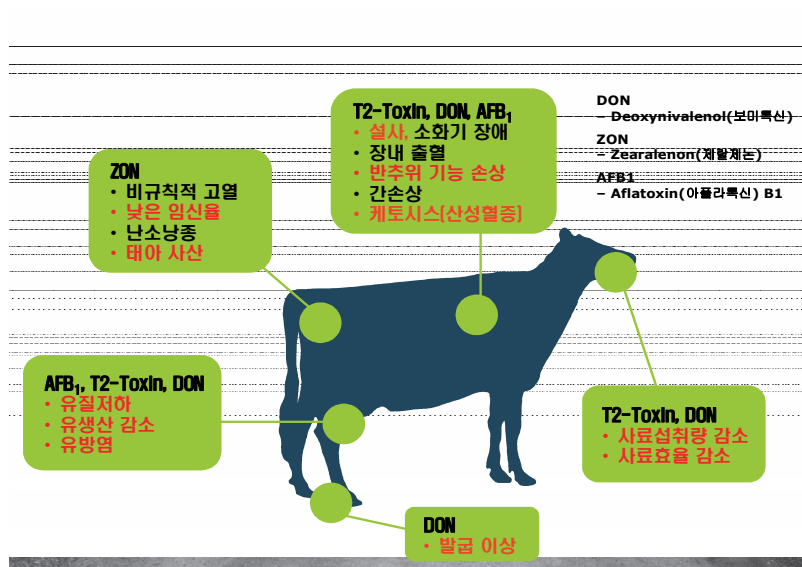
곰팡이 속	곰팡이독소
아스퍼질루스 (<i>Aspergillus</i>)	Aflatoxin, Ochratoxin, Sterigmatocysin, Cyclopiazonic acid 등
푸사리움 (<i>Fusarium</i>)	Deoxynivalenone, Zearalenone, T-2 toxin, Fumonisin 등
페니실룸 (<i>Penicillium</i>)	Ochratoxin, PR toxin, Patulin, Citrinin, Roquefortin C, Mycophenolic acid 등
클라비셉스 (<i>Claviceps</i>)	Ergot alkaloids
에피클로에(<i>Epichloë</i>) & 네오티포디움(<i>Neotyphum</i>)	Ergot alkaloids
스타키보트리스 (<i>Stachybotrys</i>)	Stachybotrysotoxin, Trichothecens

세계식량농업기구(FAO)에 의하면 전 세계적으로 매년 생산된 작물의 25% 정도가 곰팡이 독소에 오염되어 있다고 보고되고 있다. 하지만 작물의 재배 및 보관 조건이 지역별로 차이가 있기 때문에 곰팡이 독소 발생률은 해마다 다양한 결과를 보인다. 곰팡이는 70% 이상의 수분을 함유하고 있으며, 10~30℃에서 발육이 왕성하다. 독소 생성은 온도나 습도가 높아서 환경조건이 나쁜 시기에 많이 발생한다.

다양한 종류의 곰팡이 독소가 존재하며, 현재까지 사료에서 가장 문제되는 곰팡이 독소는 아플라독소(aflatoxin), 푸사리움(fusarium), 그리고 곰팡이에서 산생되는 트리코테센계(trichothecenes)와 제랄레논(zearalenone)이며, 그 이외에 푸모니신(fumonisin), 오크라톡신A(ochratoxin), 맥각체(ergot alkaloids), 사일리지와 관련된 곰팡이독소로서 로케포르틴 C(roquefortin C), 마이코페놀릭산(mycophenolic acid) 등이 있다.

곰팡이 독소가 소에 미치는 요인은 매우 다양하지만, 일반적으로 사료에 부착되어 있는 곰팡이 독소를 섭취하면 소화기를 통하여 단시간에 체내에 흡수되며, 증상은 흡수량에 따라서 다양하게 나타난다. 곰팡이 독소에 오염되어 있는 농장은 전체적으로 면역기능의 저하로 인한 증체율 저하와 우유 생산량 저하, 유사산 및 설사 등의 증상이 많아진다.

개체별로는 갑작스런 원기저하, 식욕감소와 체온 하강 등의 증상과 더불어 갑작스런 연변 또는 설사를 나타내며, 변 색깔은 주로 까맣게 보이는 경우가 많다. 반추 횟수의 감소와 투명한 침을 흘리거나, 간 기능 저하를 나타낸다. 그러므로 우군 전체에서 반추하는 소가 60% 이하인 경우에 사료 등의 이상 유무를 점검할 필요가 있다. 젖소에서 주로 문제되는 곰팡이 독소의 종류와 임상증상은 <그림 2>와 같다.



〈그림 2〉 소에서 문제되는 주요 곰팡이독소의 종류 및 임상증상

곰팡이 독소에 의한 중독증은 곰팡이 독소의 종류, 섭취량, 노출시간, 그리고 동물의 품종과 건강상태 등에 의해서 다양한 임상증상을 보이며, 소에 있어서 다음과 같은 세가지 영향을 준다. ① 영양소의 분해, 흡수 등 대사에 변화를 준다. ② 생식기, 유선 등의 내분비 체계에 영향을 준다. ③ 면역체계의 억제를 초래한다. 예를 들면, 소에서 주로 문제되는 트리코테센스계(trichothecenes) 독소인 데옥시니바레놀(DON)과 T-2독소는 사료섭취량 저하, 산유량 저하, 유방염, 설사, 제엽염 등 면역저하, 조혈기능 장애, 신장 및 신경 장애를 일으킨다. 또한, 제랄레논(ZON)은 발정 유인 물질로서 작용하여 발정주기 이상, 저수태율, 난소낭종, 태아조기사 등 번식장애 및 기형을 유발한다(그림 3).



〈그림 3〉 소에서 주로 문제되는 곰팡이 독소에 의한 질병 (DON 설사, ZON 난소낭종)

이와 같이 소에서 곰팡이 중독증에 의한 주요 임상증상은 사료섭취량 저하, 설사, 우유 생산량 감소, 번식효율 저하, 면역기능 저하이다. 이외에도 분만 전후의 소에서 제4위전위증, 케토시스, 태반정체, 자궁내막염, 유방염, 지방간 등이 나타나기도 한다. 중증인 경우에는 식욕 중단과 기능 불능을 나타내는 경우도 있다.

하지만 이러한 임상증상은 곰팡이 중독증에 의해서만 나타나는 특이적인 증상이 아니다. 또한 실제 농장에서는 다량의 곰팡이 독소 섭취에 의한 급성 중독보다는 지속적인 소량 섭취에 의한 면역력 저하와 같은 만성 중독인 경우가 대부분이므로 임상증상도 서서히 나타나며, 다양한 독소에 의한 혼합감염에 의하여 복잡하게 나타난다.

3. 젖소에 영향을 미치는 주요 곰팡이 독소의 종류와 특성

가. 아플라독소(Aflatoxins)

아스퍼질루스 플라비스(*Aspergillus flavus*)가 원인 곰팡이로서 옥수수가 주 원료인 배합사료 내에 가장 많이 분포하는 곰팡이 독소이다. 이 독소는 강력한 발암물질로서 사람뿐만 아니라 가축도 허용기준 이상 섭취하였을 경우에 간 손상을 초래하여 송아지의 경우 성장이 크게 저하되며, 체중감소, 식욕부진, 원기소실 등을 보이는 만성형의 질병을 일으킨다(표 2). 질병 말기에는 운동실조, 경련, 황달 등의 증상을 보이며, 착유우에 있어서는 우유 생산량이 감소된다.

표 2 소에 대한 곰팡이독소의 영향 및 사료에서의 곰팡이 독소 관리기준

곰팡이 독소	임상증상 또는 징후	사료 관리 기준 (mg/kg)
아플라독신 B1	사료효율 감소, 우유생산량 감소, 유질 저하, 반추 및 면역기능 저하, 간기능 장애	0.1~0.2
T2 독신	항체생성 및 백혈구 기능 감소로 인한 면역기능 저하, 불임, 임신말기 유산, 우유생산량 감소	0.3~0.5
데옥시니바레놀	위장 장애, 사료섭취 거부로 인한 우유 생산량 감소	2.7~35
제랄레논	사료섭취량 및 비유량 감소, 면역기능의 저하, 불임(수태율 저하, 난소낭종), 태아사산, 유두종창, 질염	13
푸모니신 B1	사료섭취와 우유생산량 감소, 중등도의 간기능 장애	100~150
오크라독신 A	사료섭취와 우유생산량 감소, 설사	5~35
로케포르틴 C	사료섭취 감소, 반추위액의 산도 저하, 케토시스, 마비, 유산	25
클라비셉스 맥각	사료섭취와 우유생산량 감소, 번식효율저하, 설사, 파행, 괴저	미정
네오티포디움 맥각	비틀거림, 목초 중독증, 면역기능 저하	미정

나. 오크라독소 A(Ochratoxin A)

아스퍼질루스(*Aspergillus* spp.)와 페니실륨(*Penicillium* spp.) 곰팡이가 이 독소를 생성하지만 그중에서도 아스퍼질루스 오크라실러스(*Aspergillus ochraceus*)와 페니실륨 베루코썸(*Penicillium verrucosum*)에서 많이 생성되며, 곡물 사료와 코코야자나무 열매 가공 부산물에서 특히 문제된다. 이 독소는 반추위에 서식하는 미생물에 의해서 알파-

오크라독소(ochratoxin α)로 대사되기 때문에 반추위 발달 이전인 송아지에서만 문제가 된다.

다. 푸사리움 독소(Trichothcenes, Zearalenone, Fumonisin)

푸사리움 독소는 보리, 밀, 호밀, 귀리 등 맥류에서 주로 볼 수 있으며, 쌀이나 옥수수, 콩 등에도 기생한다. 연중 장마철에 많이 증식하여 농작물에서는 속칭 붉은 곰팡이 질병을 일으킨다. 푸사리움 곰팡이는 상대습도 96% 이상에서 분생포자가 발아되며 수확기에 고온 다습한 조건에서 이 곰팡이로부터 독소가 생산된다. 피해 곡류 중에 여러 가지 곰팡이독소가 함유되어 있어서 곡류를 가축이 직접 섭취하면 중독증상을 일으킨다. 소에서 문제를 일으키는 푸사리움속 곰팡이 독소는 트리코더센계 독소, 제랄레논, 푸모니신 등이 있다.

1) 트리코더센계(Trichothcenes)

트리코더센계 독소는 100 종류 이상이 있으며, 이들은 화학구조 의하여 4개의 그룹(type A, B, C, D)으로 구분된다. 이중에서 A와 B type이 주로 문제되고 있으며, A type 독소에는 T-2 toxin, neosolaniol, diacetoxyscirpenol이 있으며, B type 독소에는 Deoxynivalenol(DON; vomitoxin으로 불림)과 nivalenol이 있다. DON이 트리코더센계 독소에서 가장 문제되고 있지만, 소는 66ppm 정도 과량 섭취하였을 경우에도 특별한 임상증상을 나타내지 않거나 사료 섭취량 감소와 우유 생산량 감소만을 나타낸다. T-2 독소는 옥수수, 밀, 겨, 쌀, 보리, 맥아 등이 주요 오염원으로 고온 다습한 지역에서 주로 문제되며, 소에서 제4위의 손상, 설사, 산유량 저하 등의 임상증상을 초래하는 것으로 보고되고 있다.

2) 제랄레논(Zearalenone)

이 독소는 가축의 생식기와 유선조직에 영향을 미친다. 처녀우가 이 독소를 10ppm 이상 섭취하였을 경우에는 외음부 종대, 질탈, 불임을 초래하고, 착유우와 비육우가 이 독소를 25ppm 이상 섭취하였을 경우에는 유방의 미성숙 또는 성장장애를 초래한다. 또한, 데옥시니바레놀과 제랄레논 독소가 혼합된 사료를 소가 섭취하였을 경우에는 사료섭취 불량, 우유 생산량 감소, 번식장애를 초래한다.

3) 푸모니신(Fumonisin)

소는 이 독소에 덜 민감하지만 100ppm 이상 섭취하였을 경우에는 간 손상 및 우유 생산량 감소를 초래한다.

라. 맥각(Ergot alkaloids)

밀, 보리와 같은 곡물과 목초의 병원체인 클라비셉스 퍼플라(*Claviceps purpurea*)와 수 많은 목초의 병원체인 네오티포디움(*Neotyphodium* spp.) 곰팡이에 의해서 맥각이 생성된다. 클라비셉스 파스팔리(*Claviceps paspali*)라는 곰팡이에 의해서 생성되는 에르고티즘(ergotism)은 가장 오래 동안 알려진 곰팡이 중독증의 원인체로서 방목중인 소가 야생 목초를 섭취하는 지역에서 주로 문제된다. 이러한 독소를 섭취한 소는 맥각의 약리 작용에 의하여 중독증이 발병하며, 임상증상으로는 식욕감퇴와 사료섭취량 및 증체량 감소와 더불어 파행(비틀거림) 등의 증상을 나타낸다.

마. 사일리지와 관련된 곰팡이독소(Roquefortin C, Mycophenolic acid)

곰팡이와 관련되어 소에서 문제되는 수많은 종류의 곰팡이 독소가 사일리지의 보존 불량에서 발생되어 진다. 전 세계적으로 목초, 옥수수 사일리지 작물에서 가장 흔하게 문제되는 곰팡이 독소는 로케포르틴 C(roquefortin)와 Mycophenolic acid로서 페니실룸 로케포르틴(*Penicillium roquefortin*) 곰팡이에서 생성된다. 로케포르틴 C는 소에서 사료섭취 감소, 반추위액의 산도 저하, 케토시스, 마비, 유산 등의 증상을 나타낸다.

바. 기타

소 사료에서 간헐적으로 문제되는 곰팡이 독소로는 루브라독소(rubratoxin), 사이트리닌(citrinin), 파튜린(patulin), 사이클로피아조닉산(cyclopiazonic acid), 스테리그마토시스틴(sterigmatocystin) 등이 있다.

4. 곰팡이 독소의 특징 및 곰팡이 성장의 최적 조건

곰팡이 중독증은 곰팡이가 증식하는데 있어서 상대적으로 유리한 고온 다습한 계절에 높은 발생을 보이는 등 몇 가지 특징이 있으며, 그 내용은 다음과 같다. ① 동물 또는 사람 사이에서는 이 질병이 전파되지 않는 비전염성 질병이다. ② 원인식물에서 질병 원인체인 곰팡이 독소가 검출될 수 있다. ③ 질병 발생에 있어서 기후 조건과 매우 밀접한 관련이 있어서 계절적 요인과 깊은 관계가 있다. ④ 곡류, 목초나 사료가 질병 발생의 원인이 된다. ⑤ 항생제나 기타 약제에 대해서 치료되지 않거나 치료에 어려움이 있다. 따라서 이러한 역학적 소견과 젖소의 임상증상을 토대로 곰팡이 중독증 발생여부를 확인할 수 있다.

지금까지 알려진 곰팡이 독소를 생산하는 곰팡이로는 아스퍼질루스(*Aspergillus*), 페니실룸(*Penicillium*), 푸사리움(*Fusarium*)속 등이 있으며, 곰팡이 독소는 비교적 저분자 물질로 열에 매우 안정적이어서 가열 처리하여도 불활성화 되지 않고 그대로 독성이 유지되기 때문에 사료 관리상에도 많은 문제점이 있다. 가축에서 이러한 곰팡이 독소 생산 곰팡이의 주요 오염원은 곡류 및 조사료 등 탄수화물이 풍부한 사료이다. 즉, 곰팡이는 사료 작물의 생육기간 중 사료 작물에 질병을 일으키거나 오염이 되어서 작물의 수확을 감소시키기도 하며 일단 수확 후 저장기간 동안 영양소의 양적, 질적 감소를 초래한다. 곡물이 자라고 수확되는 기간동안의 수분 함량은 농작물내의 곰팡이 감염 정도와 사료 내의 곰팡이 독소 축적 정도에 영향을 미치는 주요한 요인으로서 가뭄 스트레스와 곡물의 파손 또한 곡물 내 곰팡이 서식을 증가시킬 수 있다.

표 3 곰팡이 종류별 독소 산생에 영향을 주는 온도

곰팡이 종류	곰팡이독소 형성 온도 (°C)		
	최소	적온	최대
<i>Aspergillus flavus</i>	12-15	30-33	37-40
<i>A. parasiticus</i>	12	33	40
<i>A. ochraceus</i>	12-15	25-31	37
<i>Penicillium verrucosum</i>	4	20-25	-
<i>Fusarium verticillioides</i>	10	15-30	37
<i>F. proliferatum</i>	10	15-30	37
<i>F. culmorum</i>	11	29-30	-
<i>F. graminearum</i>	11	29-30	-

일반적으로 곰팡이 성장을 위해서는 네 가지 조건이 고려된다. ① 곰팡이 성장에 알맞은 기질(탄수화물)이 있어야 한다. ② 저장소의 습도가 70% 이상이고, 곡류 수분이 8~18% 이상이어야 한다[푸사리움(*Fusarium* spp.) : 20~21%, 아스퍼질루스(*Aspergillus* spp.) & 페니실륨(*Penicillium* spp.) : 13~18%]. ③ 곰팡이독소 산생을 위해서는 <표 3>에서와 같은 적당한 온도[아플라독소(Aflatoxins) : 열대지역, 포모니신(Fumonisin) : 아열대와 열대지역, 오크라독소(ochratoxin) : 온대와 아열대지역, 제랄레논(Zearalenone) : 모든 지역]와 산소가 있어야 한다. 예를 들면 아스퍼질루스 플라버스(*Aspergillus flavus*)가 오염되기 쉬운 조건은 연간 기온이 20℃ 이상의 아열대 및 열대지역에서 생산된 작물이다. 이에 반하여 푸사리움과 클라도스포리움 곰팡이(*Fusarium trincinctum*, *Cladosporium epiphyllum*, *Cladosporium fagi*)에 의한 오염은 이 곰팡이가 서식하기 좋은 한랭 다습 지역에서 발생된다.

이러한 곰팡이 증식조건 및 사료용 작물 재배 조건을 감안해 볼 때 국내의 경우에 외부 온도가 높고, 비가 많이 와서 습도가 높은 여름철에 가장 문제가 되지만 봄철과 가을철도 문제될 수 있으며, 지구온난화에 의하여 향후에는 더욱 문제될 수 있다. 실제로 축산농가에서 옥수수 배합사료를 포함하여 다양한 작물의 사료에서 푸사리움 곰팡이에서 생성되는 독소에 의한 피해들이 증가되는 것으로 알려지고 있다.

5. 사료 중 곰팡이 독소 오염을 줄이기 위한 대책

곰팡이가 번식되면서 시간이 경과되면 곰팡이 포자가 사료로부터 떨어져 나가 다른 사료에 오염되는 경우도 있으므로 사료에 곰팡이가 발견되지 않아도 곰팡이 독소가 존재할 수 있다. 따라서 곰팡이 독소를 줄이기 위한 체계적인 관리가 필요하다. 배합사료 또는 조사료는 생산단계 보다 농장에서 저장이나 보관 상태가 부적절하면 곰팡이가 발생할 가능성이 크므로 더운 날씨에 사료가 비에 젖거나 환기불량이 되지 않도록 관리해야 한다.

사일리지의 경우는 여러 가지 원인에 의하여 구멍이 뚫어지거나, 밀폐가 되지 않아서 혐기성 발효가 일어나지 않을 경우에 발생하기 쉽다. 특히, 최근에 원형 곤포 사일리지에 흰색, 검은색, 녹색, 빨간색, 푸른색 등 다양한 곰팡이가 발생하는 경우가 많은데 농가에서는 가능한 항곰팡이 첨가제를 넣어 원형 곤포 사일리지를 제조하거나, 일반 발효 미생물을 넣어 조제하는 것이 곰팡이 발생을 줄이는데 도움이 된다.

곰팡이 독소에 의한 중독증은 일단 발생하면 특이요법이 없고, 한번 사료 중에 오염된 독소는 어떤 방법을 써도 거의 파괴 되지 않고 안정적인 상태로 존재하므로 미리미리 예방

조치하는 것만이 최선의 방법이다. 곰팡이 독소에 의한 피해를 예방하기 위해서는 <표 4>에서와 같이 각종 작물의 종자 발아로부터 성장, 수확, 가공, 저장, 운송 및 소비에 이르기까지 모든 단계에 걸쳐 곰팡이 오염에 대해 세심한 대책이 강구되어야 한다.

표 4 곰팡이 독소 예방을 위한 작물 수확 전후 관리대책

구분	곰팡이독소의 예방대책
수확전(Preharvest)	<ul style="list-style-type: none"> - 우수한 농작물 관리시설 확보(배수 등) - 작물 품종의 곰팡이 내병성 확보 - 곤충 및 곰팡이 관리 - 작물 스트레스와 곰팡이 감염을 피하기 위하여 물리적 손상을 최소화 하도록 관리
수확시(Harvest)	<ul style="list-style-type: none"> - 완전히 성숙된 상태에서 작물 수확 - 수분 관리 - 물리적 손상을 최소화 하도록 수확
보관(Postharvest)	<ul style="list-style-type: none"> - 청결하고, 건조하고, 환기가 잘 된 시설에 저장 - 가능한 낮은 온도에서 저장 - 곰팡이 오염 방지를 위한 프로피온산, 초산 등의 항균제 처리 - 사일리지 제조시 산소가 들어가지 않도록 기밀성 유지

곰팡이 중독증의 피해를 예방하기 위해서는 ① 오염된 사료를 구입하지 않고, 농장에서 농작물을 직접 재배 할 때는 식물방역상의 입장에서 재배 중, 특히 수확기에 접어들 때부터 곰팡이에 의한 침해를 적극적으로 방지하는 수단을 강구해야 한다. ② 농장에서 사료의 저장은 통풍이 잘되고 건조한 시설에서 보관한다. 특히, 곰팡이 종류에 따라서 약간의 차이가 있으나 곰팡이가 생육할 수 없도록 습도를 13% 이하로 관리하는 것이 무엇보다도 중요하다. ③ 목장에서는 곰팡이가 오염되지 않은 원료를 엄선해서 소에게 급여하고, 가능한 제조일로부터 최단 시일내에 급여하되, 가능한 일주일 이내에 급여하도록 한다. ④ 곰팡이가 목장 내에 서식하지 않도록 사료 빈(bin)을 완전히 비우고 청소하고 소독한 후에 배합사료를 받고, 사료조의 틈새에 오염된 사료가 남아있지 않도록 관리해야 한다.

실제적으로 국내의 경우 곰팡이 중독증이 사료원료 자체의 문제로 인해 발생하는 경우도 있지만 대부분이 사료가 농장에 배달된 후 급여 과정이나 보관 과정에서 더 많이 발생되고 있는 상황이다. 특히, 배합사료에 있어서는 사료라인이나 사료 급여기의 오염에 의하여 더욱 문제되는 것으로 알려지고 있다. 따라서 이러한 오염원이 될 수 있는 사료 급여기를 정기적으로 청소하여 청결하게 관리하는 것이 필요하다.

6. 곰팡이 독소 치료 및 예방법

농가에서 곰팡이 독소 중독증을 정확하게 진단하고 치료하는데에는 많은 어려움이 있다. 하지만, 곰팡이가 오염된 사료를 소에게 급여한 것으로 의심되면, 곰팡이 독소의 종류 및 임상증상에 기초하여 전문가와 상의하여 질병 초기에 신속하게 적절한 조치를 취해야 한다. 곰팡이 중독증세가 나타나면 특별한 치료법이 없다.

따라서 증상에 따른 대증요법으로 치료를 해야 한다. 예를들면, 설사 발생시는 소화제와 제1위 기능 강화제를 투약하고, 기립불능 시는 고농도의 수액(50% 포도당) 및 부신피질호르몬을 투여하고 지용성 비타민 주사와 신선한 물을 충분히 공급해야 한다. 아플라톡신에 의한 간장 손상이 있을 경우에 소화가 쉬운 저지방 사료 및 지방간 치료제를 투여하고 자극을 주지 않도록 한다. 적절한 단백질 사료를 공급하는 것이 아플라톡신에 대한 저항성을 높이는데 도움을 주지만 아직까지 적절한 치료법이 없다.

또한, 곰팡이 중독증에 걸린 동물에게는 독소를 흡착시키기 위하여 수렴, 흡착제 경구투여와 미생물제제의 투여, 아미노산 등의 투여로 약간의 보조적 치료를 수행해야 한다. 농장에서 곰팡이 중독증의 치료 및 예방 목적으로 사료에 항곰팡이 제제를 첨가하여 급여하는 방법이 가장 일반적으로 권장된다. 현재 무기질 흡착제로는 점토(clay), 알루미늄실리케이트(aluminosilicate), 벤토나이트(bentonites) 등이 있으며, 유기물 흡착제로는 활성화된 탄소(activated charcoal), 효모의 세포벽에서 추출한 베타글루칸(β -D-glucan) 등이 이용되고 있다.

점토와 일부 무기물 흡착제는 아플라독소에만 효과가 있고 다른 독소에는 효과가 없거나 제한된 효과만을 나타낸다. 이외에도 효소나 미생물을 사료에 첨가하여 곰팡이 독소를 해독하는데 사용된다. 예를 들면, 아플라독소(*Flavobacterium aurntiacum*), 푸모니신(Black yeast fungus), 데옥시니바레놀(*Fusobacterium* spp.), 오크라독소(*Acinetobacter calcoaceticus*) 미생물 해독제가 있으며, 이들은 독소 종류별로 제한된 효과를 나타낸다.



젖소의 주요 질병 관리

제1장 송아지 설사병 원인 및 예방대책

제2장 송아지 호흡기 질병 원인 및 예방대책

제3장 젖소의 번식장애 원인 및 예방대책

제4장 젖소의 유산 원인 및 예방대책

제5장 젖소의 대사성 질병 원인 및 예방대책

제6장 젖소 발굽 질병 원인 및 예방대책

제7장 기생충 감염에 의한 피해 및 예방대책

제8장 위생 해충으로부터 젖소의 건강관리

제1장 송아지 설사병 원인 및 예방대책

1. 송아지 설사의 원인 및 발병기전

송아지 설사는 주로 비감염성 요인과 감염성 요인에 의해서 나타난다. 설사 발생 양상이 집단적으로 수일 이내에 다발하고, 급속하게 악화되는 등 설사가 멈추지 않고 지속적으로 문제가 된다면 감염성 설사로 의심해야 한다. 감염성 송아지 설사병 원인체 중 로타바이러스와 코로나바이러스에 감염될 경우에는 소장의 용모 위축을 통한 소화불량 및 흡수부전으로 설사가 발생한다. 이에 반하여 대장균, 살모넬라균, 클로스트리디움 설사병은 이들 균주에서 생산되는 독소에 의해서 장벽에 자극이 가해져서 수분 및 전해질의 과다 분비를 통한 설사가 발생된 후 최종적으로 탈수를 초래하게 된다.

이러한 감염성 설사는 송아지의 면역학적 요인(허약한 체질, 선천적 이상, 초유섭취 부족, 스트레스 등), 영양적 요인(영양 부족 및 불균형 등), 환경적 요인(추위, 더위, 심한 일교차, 호우, 햇빛 부족, 환기 불량, 축사 오염, 장거리수송 및 밀집 사육 등) 등 간접적 요인과 복합적으로 관련되어 있다.

특히, 환경적 요인 등 다양한 원인에 의한 스트레스는 송아지 면역기능 저하에 따른 질병 저항력 감소와 더불어 장관 표면에 정상적으로 존재하는 미생물총의 탈락에 따른 유해 미생물의 부착에 의하여 감염성 설사병 발생의 중요한 원인이 되어 생후 3주령 이하의 송아지에서 주로 발생한다. 이러한 연령에서 발생한 설사는 급성 증상을 보이면서 치료 효과가 낮아서 사망률이 높고, 설령 치료되었다 하더라도 성장지연 등의 문제를 초래하게 되므로 설사병 예방이 중요하다.

설사의 진행 양상은 처음에는 분변 중에 수분 함량이 증가하게 되어 분변의 양이 평소보다 증가하는 연변 상태에서 출발하게 된다. 이후 물총 쏘듯 심한 수양성 연변을 보인 다음에 십이지장 등 장기의 손상에 의한 혈변이 나타나게 된다. 하지만 콕시디움, 크립토스 포리디움, 살모넬라균에 감염되었을 경우에는 장기의 손상에 의하여 감염 초기에도 혈변이 나타날 수 있다(표 1). 일반적으로 우유를 섭취하는 송아지의 정상적인 분변 색깔은 노란색에서 갈색을 나타낸다. 이는 송아지가 섭취한 우유(흰색)와 간에서 만들어져 담낭에 모여 있다가 담관을 타고 흘러나와 십이지장에서 분비되는 담즙(녹색)의 혼합 때문이다.

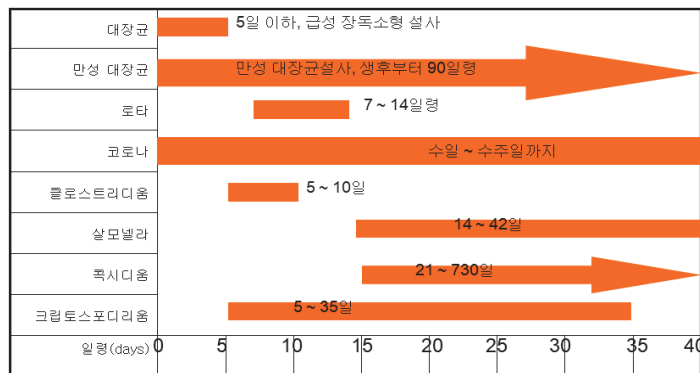
표 1 송아지 일령별 감염성 설사병 원인체

송아지 일령	발병 원인체	설사변 양상
5일 이내	대장균(급성)	하얀색~노란색 연변
5일 이후	대장균(만성)	
5~15일	로타바이러스	갈색 수양성
	코로나바이러스	노란색 수양성
	클로스트리디움 퍼프린젠스 타입 B, C	
	크립토스포리디움	갈색 수양성
15~30일	클로스트리디움 퍼프린젠스 타입 B, C	
	크립토스포리디움	
	살모넬라균	장점막과 혈액 혼입
	콕시디움	
30일 이후	살모넬라균	
	콕시디움	혈변
	소바이러스성설사바이러스(BVDV)	
	클로스트리디움 퍼프린젠스 타입 D	

하지만 설사병 발생으로 인하여 십이지장 등 장기의 염증 상태와 장출혈로 인한 혈액의 혼입, 우유(사료) 섭취량의 감소에 의하여 흰색, 녹색, 갈색, 붉은색 등의 다양한 색깔을 나타낸다. 예를 들면, 우유를 섭취한 송아지가 설사병 원인체에 의한 십이지장의 염증으로 답즙 배설이 안 되면 설사변의 색깔은 하얀색을 나타낸다. 이에 반하여 장기의 손상으로 인한 출혈은 분변에 혈액이 혼합되어 검은색(위장이나 소장 부위의 출혈) 또는 붉은색(대장 부위의 출혈)을 나타내어 설사변의 색깔은 장기의 상태를 반영해 준다.

2. 감염성 송아지 설사병을 일으키는 원인체의 종류 및 특징

감염성 설사병은 분만 후 2주령 이하의 송아지에서 가장 높으며, 이때의 원인체는 주로 대장균과 로타 및 코로나바이러스이다. 살모넬라균과 콕시디움에 의한 설사병은 생후 2주령 이상의 송아지에서 주로 문제된다(그림 1). 이와같이 송아지 설사병 발생 시기에 차이가 있는 것은 원인체의 증식 속도 및 체내 잠복기간이 다르기 때문이다. 또한, 원인체별 발병기전이 다르기 때문에 설사변의 형태와 색깔에 있어서도 차이가 있다. 하지만 설사 발병 원인이 다양하고 감염성과 비감염성 설사의 혼합, 또는 설사 원인체간의 혼합감염이 많기 때문에 설사변의 형태, 색깔, 냄새 등의 임상증상과 역학적 소견을 토대로 설사의 원인을 정확하게 진단하는 데는 어려움이 많다. 그러므로 농장에서는 설사병 발생시 정확한 진단을 위해서는 전문 수의사와 상담하여 자문을 받고 정확한 원인체 규명을 위한 전문 실험실 진단이 병행되어야 한다.



〈그림 1〉 감염성 송아지 설사병 원인체별 발생 일령 비교

그러나 일부 원인체들은 감염속도가 매우 빠르기 때문에 실험실 검사 결과가 통보되기도 전에 폐사될 수 있다. 이와 더불어 감염성 설사 원인체별 치료 및 예방에 있어서 많은 차이가 있으므로 효과적인 송아지 설사병 관리를 위해서는 농장에 심각한 피해를 주는 감염성 설사병 원인체에 대한 이해가 선행되어야 한다. 송아지 설사병 원인체의 종류 및 특성은 다음과 같다(표 2).

① 대장균 감염증

대장균 설사증은 10~14일령 이내의 송아지에서 주로 문제가 된다. 대장균은 소화기관에 정상적으로 존재하고 있다가 로타 및 코로나바이러스와 같은 바이러스 또는 소화기를 자극하는 기타 물질에 의해서 일차적으로 문제가 발생 된 후 이차 감염을 일으키는 주요

원인체이다. 대장균성 설사병의 심각성은 감염된 송아지의 연령과 대장균의 병원형(침입형, 장독소형, 패혈증형)에 의해서 결정된다. 3일령 이하의 송아지에 있어서는 장독소형 대장균에 의한 분비성 설사를 일으킨다.

장독소형 대장균 감염증은 발병 속도가 매우 빠르며, 설사가 진행되기 이전인 발병 24시간 이내에 폐사되기도 한다. 장독소에 의한 설사이므로 항생제 치료는 이 질병의 회복에 도움이 되지 못하고, 생존을 위해서는 수액공급이 무엇보다 중요하다. 즉, 대장균성 설사병에 감염된 송아지는 전해질 흡수율이 약 60%에 그치고 있어 설사가 진행된 기간 동안 손실되었던 전해질을 빠른 시간 내에 보충 해 주는 것이 중요하다.

표 2 감염성 설사병 원인체별 임상증상 및 특징

구분	감염원	임상증상	특징
세균	대장균	황색에서 흰색의 심한 수양성 설사, 의기소침, 탈수, 체온의 급격한 상승 후 정상으로 회귀	<ul style="list-style-type: none"> - 장의 정상세균총의 흡수를 방해하고 분비성 설사를 일으키며, 독소에 의하여 24시간 이내에 송아지가 폐사할 수 있음 - 로타 및 코로나 바이러스와 복합감염
	살모넬라	수양성 황색에서 흰색설사, 간혹 혈흔, 체온 상승, 심한 탈수	<ul style="list-style-type: none"> - 송아지 소장점막에 침투하여 장벽에 염증과 미란을 일으킴 - 혈류로 들어가 관절, 뇌, 폐, 간에 감염 - 임상증상이 처음 보인 이후 12~48시간 이내 대개 폐사
	클로스 트리디움	급사, 혈액 섞인 설사, 배를 웅크리거나 발로 참	<ul style="list-style-type: none"> - 과식 또는 갑작스러운 식이변화 - 소화불량으로 인해 장운동이 느려져 클로스트리디움과 독소가 급격히 생성 - 임상증상 없이 급사
바이러스	로타 바이러스	다량의 수양성 설사, 식욕절폐, 체온의 급격한 상승 후 정상으로 회귀, 유연, 탈수	<ul style="list-style-type: none"> - 대개 분만직후 감염 - 대부분의 성우에서 분비 - 폐사율 50% 이상 - 이차감염 세균 존재여부에 따라 다름
	코로나 바이러스	수양성, 점액성 황색설사, 수일동안 설사 지속됨	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분의 성우에서 분비 - 로타바이러스 설사보다 심한 경향 - 로타바이러스와 대장균과 복합 감염
	소바이러스성 설사(BVD)	탈수, 체온상승, 호흡수 증가, 혀, 입술, 입주위의 미란과 궤양	<ul style="list-style-type: none"> - 비교적 성장한 송아지에 문제 - 면역억제를 통해 로타바이러스, 코로나바이러스, 대장균, 클로스트리디움에 의한 혼합감염으로 더욱 심각
원충	콕시디움	전반적인 혈변, 사료섭취감소, 성장지연	<ul style="list-style-type: none"> - 열악한 위생상태, 과밀사육, 사료변경 등과 같은 스트레스가 수반되었던 후에 생후 15일령 이상의 송아지에서 주로 문제됨 - 항생제 치료에 반응이 없음
	크립토 스포리디움	황색 물과 같은 것에서 백색 점액성 설사가 특징	<ul style="list-style-type: none"> - 5~28일령의 송아지에서 로타 및 코로나바이러스, 대장균과 혼합 감염 - 항생제 치료에 반응이 없음

송아지 대장균 감염증에서 장침입형 대장균이 가장 문제시 되고 있으며, 주요한 임상증상은 체온의 급격한 상승 후 정상으로 회귀하면서 심한 설사로 폐사한다. 패혈증형 대장균 감염증은 대장균이 혈관을 통해 체조직에 침투하여 전신 조직에 감염을 일으켜 설사를 일으키지는 않고 패혈증을 일으켜 폐사하며, 주로 초유 섭취가 부족한 송아지에서 문제가 된다.

이러한 송아지 대장균 감염증을 예방하기 위해서는 분만 전에 어미 소에게 대장균 백신을 접종하여 초유 중 높은 항체가 생기게 하여 모체의 초유를 분만 후 가능한 빨리 송아지에게 충분히 섭취할 수 있도록 해야 한다.

② 살모넬라 감염증

살모넬라균은 소장 점막에 침입하여 염증과 궤양을 일으킨 다음 혈류를 통하여 관절, 뇌, 폐, 간으로 감염된다. 감염된 송아지는 분변, 뇨, 타액, 비강 분비물을 통하여 균을 배출하며 우사 환경에 오염된 세균은 수개월 동안 생존한다. 보통 10일령 이상의 송아지에서 비위생적인 사양관리에 의해 목장 주변의 오염된 환경을 통하여 경구감염이 이루어진다. 감염된 송아지는 우유섭취 중단, 탈수, 고열이 수반되며 소장의 염증에 의한 수양성과 점액성 설사를 보이고 높은 폐사율을 나타낸다.

살모넬라균은 독소를 함유하고 있어 항생제 투여 후에도 오히려 심한 의기소침을 보이며, 대체적으로 임상증상을 처음 보인 뒤 12~48시간 이내에 폐사한다(표 2). 따라서 독소에 의한 쇼크를 예방하기 위하여 적극적인 수액요법에 의한 치료를 실시해야 한다. 감염된 송아지는 황백색의 수양성 설사 또는 분변에 혈흔이 나타나며 소장에 막과 같은 코팅물을 형성하는 것이 특징이다. 감염된 송아지는 패혈증으로 진행할 위험성이 높다.

③ 클로스트리디움 설사증(장독혈증)

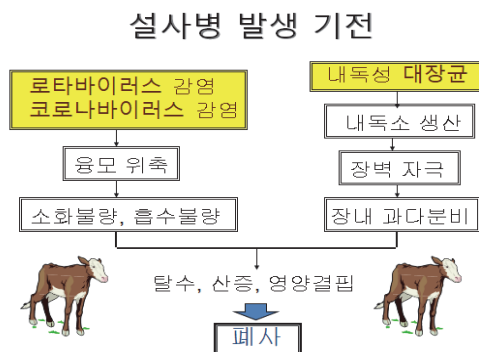
클로스트리디움 퍼프린젠스는 소의 소장 내에 정상적으로 존재하면서 분변을 통하여 환경에 배출되어 토양에서 수개월 동안 생존한다. 어린 송아지는 이 균에 의한 설사증이 잘 발생하지 않는다. 하지만 날씨의 변화, 사료 교체, 평상시보다 오랫동안 송아지를 돌보지 않는 등 사양관리의 변화, 배고픈 송아지가 우유를 너무 많이 섭취하는 등 주로 갑작스런 식이의 변화 또는 과식으로 인하여 장운동이 느려져 이 균이 소장 내에서 배양조건이 좋아지면 균 증식과 독소 생성에 의해서 간헐적으로 발병하게 된다.

2~5주령의 송아지에서 감염이 이루어지지만 주로 10~14일령 이하의 송아지에서 독소에 의한 급성형의 장독혈증을 나타낸 뒤 불편한 상태로 방황하거나 불안해하고, 송아지 자신의 복부를 발로 차는 등의 증상과 혈액 섞인 설사를 한다. 이 질병을 의심할 수 있는 특징적인 사항은 특별한 임상소견 없이 갑자기 폐사하고, 송아지의 소장에 출혈성 장염이 관찰된다.

④ 로타바이러스 감염증

로타바이러스는 일령에 관계 없이 모든 소에 감염된다. 하지만 성우에서는 감염되어도 발병되지 않는 경우가 많고 무증상으로 바이러스를 지속적으로 배설하기 때문에 어미 소가 감염된 경우 농장에 상존하여 경구감염을 통해 신생 송아지의 설사병 발생 가능성이 높아진다. 로타바이러스 감염증은 주로 1~2주령 이하의 송아지에서 다발하지만 전염성이 높기 때문에 일단 농장에 이 질병이 발생하면 생후 30일령의 송아지까지 문제가 될 수 있다.

감염된 송아지는 정상 체온을 나타내지만, 식욕감소와 더불어 심하게 의기소침해 있으며 침을 흘린다. 바이러스가 소장 용모에 감염되어 흡수부전에 의한 노란색~녹색의 심한 수양성 설사가 3~7일간 지속된다(그림 2). 설사기간이 길어지면 탈수증상을 나타내어 원기부족, 식욕부진, 쇠약하여 사망하게 된다. 주로 가을부터 다음해 봄에 걸쳐서 다발하며, 어린 일령일수록 발병률이 높고 증상도 심해진다. 폐사율은 세균성 2차감염 유무에 따라 결정되며, 일반적으로 0~50% 정도의 높은 폐사율을 나타낸다.



〈그림 2〉 코로나바이러스 및 대장균에 의한 설사병 발병 기전

⑤ 코로나바이러스 감염증

코로나바이러스는 로타바이러스와는 달리 송아지 뿐만 아니라 육성우, 성우에서도 설사를 일으키는 원인체로서 기온 변화가 심한 10월경부터 다음 해 4월까지 냉한기에 주로 발병한다. 로타바이러스 설사증보다 심한 양상을 보이며 수일동안 지속되기 때문에 계란의 흰자와 비슷한 투명한 점액성의 설사를 나타낸다. 코로나바이러스 설사증은 분만 후 수일에서부터 6주까지 다양하게 나타나지만 주로 생후 1~3주령 송아지에서 가장 많이 발병한다.

최초 감염시 로타바이러스와는 반대로 의기소침해 있지 않는 것이 특징적이며 폐사율은 약 1~25%이다. 장기에는 특별한 병변을 관찰할 수 없고 다만 수양성 분변이 가득 차 있다. 하지만 대부분 대장균과 로타바이러스가 혼합 감염되므로 감별이 용이하지 않다. 병변이 관찰된다면 이것은 세균성 2차 감염의 결과이다. 코로나바이러스와 로타바이러스 설사증을 예방하기 위해서 분만 후 송아지에게 초유를 급여하기 전에 경구로 예방백신을 급여하거나 초유 중에 로타바이러스와 코로나바이러스에 대한 높은 항체가 생성을 위해 임신우에 예방접종을 실시한다.

⑥ 소바이러스성설사(BVD)

소바이러스성설사는 비교적 성장한 송아지에서 발병되며, 감염우의 분변, 뇨, 타액, 콧물 등에 바이러스가 함유되어 있고, 지속 감염우로서 우군내에 만연될 수 있다. 이 바이러스에 노출된 후 2~3일째에 설사를 하며 설사 지속기간이 길고, 고열 및 감염된 소의 혀, 입술, 구강에 궤양을 관찰할 수 있다. 이 질병은 면역억제를 통해 로타바이러스, 코로나바이러스, 대장균, 클로스트리디움에 의한 질병을 더욱 악화시키며, 예방을 위해서는 분만전 어미 소에게 예방 접종을 하는 것이다.

⑦ 콕시디움 감염증

콕시디움에 오염된 분변의 섭취에 의해서 2~12개월령의 송아지에 감염되어 급성 또는 만성(준임상형)의 증상을 나타낸다. 급성형은 열악한 위생상태, 과밀사육, 송아지 이동, 사료변경 등과 같은 스트레스가 수반된 생후 15일령 이상의 송아지에서 발생하며 중증인 경우에는 소장과 대장의 출혈에 의한 점액성 혈변, 침울, 체중감소를 나타낸다. 만성형은 특별한 임상증상을 나타내지 않고 사료섭취 감소와 성장 지연을 초래한다. 폐사는 급성형 또는 2차 혼합 감염 후에 발생한다.

이 질병의 치료를 위해서는 암프로리움(amprolium), 설펜아마이드(sulfonamide) 등 항콕시디움제제를 체중 kg당 10mg씩 5일간 투여해야 한다. 하지만 이 질병을 예방하기 위해서는 무엇보다도 정기적인 분변 제거 작업, 깔짚 교환 등과 같은 위생적인 사양관리와 청결한 음수 및 질 좋은 사료를 급여해야 한다. 이 질병의 예방적 차원에서 모든 송아지에 장기간의 항콕시디움제 급여도 권장된다.

⑧ 크립토스포리디움 감염증

원충인 크립토스포리디움은 소장 상피세포에 부착하는 능력이 있어 소장 용모에 손상을 가져올 수 있다. 크립토스포리디움에 의한 설사는 황색 수양성에서 백색 점액변이 특징이며, 5~28일령의 송아지에서 로타 및 코로나바이러스, 대장균과 혼합 감염되는 경우가 많다. 현재까지 이 질병에 효과적인 치료제는 없다.

3. 송아지 설사병 진행 단계 및 발생시 치료법

송아지 설사병은 무엇보다 조기에 발견하고 신속하게 치료를 실시해야 한다. 즉, 설사 증상을 나타내는 송아지는 신속하게 격리하고, 영양공급 및 보온을 해준다. 설사가 시작되면 24시간 동안 절식 후 전해질, 체액 및 에너지원으로 활용할 수 있는 제제를 투여하며 송아지가 회복됨에 따라 하루에 3회 정도 전유를 조금씩(첫날은 체중의 8% 이내) 급여하고 그 후 점차 늘려준다. 병원균의 억제에 위한 항생제 또는 설파제 투여, 항체 공급을 위한 감마글로블린 주사, 위장점막의 보호 및 독소의 흡착을 위해 수렴제 및 지사제를 경구 투여하고, 보조치료제(대사촉진제, 영양제, 소화제, 생균제 등)를 투여하면 효과적이다.

치료시 우유나 대용유에 전해질제제를 섞어서 급여하면 효과가 없으므로 주의해야 한다. 동일 항생제를 3일 정도 주사 및 투여해도 효과가 나타나지 않으면 항생제 감수성 검사를 통해 다른 항생제로 바꾸어 사용하는 것이 좋다. 또한 항생제 사용으로 인해 균 배출 기간이 길어지거나 독소의 분비를 증가시키는 세균성 원인체도 있기 때문에 치료시에는 반드시 정확한 진단을 수반할 것을 권장한다. 항생제 치료의 효과가 잘 나타나지 않는 경우에는 바이러스성 설사병을 의심해 볼 필요가 있다. 이러한 여러 가지 조치 중 치료에 있어서 가장 중요한 것은 탈수를 해결하는 것이다.

① 설사병에 의한 탈수

체내 구성 성분 중 가장 많은 부분을 차지하는 것은 수분이다. 수분이 차지하는 비율은 체중의 60~80%이다. 정상적인 성우의 경우 총 체액량은 체중의 약 60%이며, 이중 세포내액에 40%, 세포외액(혈액/혈장, 간질액)에 20%가 함유되어 있다. 신생 송아지는 체중의 약 80%가 수분이며, 이중 세포내액에 40%, 세포외액에 40% 함유되어 있다.

송아지가 설사를 하게 되면 체내의 수분 및 전해질 등 체액량이 감소하게 된다. 건강한 송아지가 중등도의 설사를 하게 되면 체액 손실로 인하여 약 2~4%의 탈수가 생기게 된다. 체액 손실이 체중의 5% 이하까지는 탈수 증상은 있으나, 육안으로 임상증상을 확인할 수는 없다. 탈수가 약 6~10%에 이르면 의기소침, 안구함몰, 건조된 점막, 체중 감소를 보이며 송아지는 서 있지 못하게 된다. 체액 손실량이 체중의 12% 이상이면 순환부전, 신부전, 세포내 삼투압 증가에 따른 세포 손상으로 폐사에 이르게 된다<표 3>.

표 3 송아지에서 체액 손실에 따른 주요 임상증상

체중 대비 탈수	임상증상
5% 이하	임상적으로 감지 불가
6~7%	안구함몰, 피부의 탄력성 저하
8~10%	의기소침, 피부 및 점막 건조, 오줌 농축
11~12%	맥박감소, 사지가 차가워짐, 횡와자세
12% 이상	폐사

설사증상을 보인 송아지는 체액의 과다분비로 탈수가 나타나며 이로 인하여 체내 수분과 영양소의 부족, 산증과 같은 전해질 불균형이 초래된다. 그 후 안구함몰, 피부와 코, 입술 등의 점막과 피모가 건조해지고, 갈증으로 물 섭취량이 많아진다. 이후 사지가 차가워지는 저체온증을 보이면서 식욕이 감소되고 침울하면서 비틀거리나 정상적으로 서 있지 못하는 기립불능 상태가 되어 혼수상태를 나타낸 뒤 폐사하게 된다. 이와같이 대부분의 송아지 폐사 원인 및 회복 여부는 탈수와 직접적으로 연계되어 있다.

표 4 설사병의 주요 증상 및 개선 방향과 약물 투여 방법

임상증상	임상증상 개선 방향	약물 투여 방법
탈수, 산성증	수분과 전해질 보충	경구 투여 및 정맥 주사
영양소 손실	영양소(아미노산, 비타민 등) 보충	-
체온 저하	보온(보온등 사용)	따뜻한 수액으로 정맥주사
장운동 항진	장운동 억제제 투여	-

② 탈수에 대한 치료

탈수에 대한 조치는 환축 질환에 따라 약간 다르다. 경미한 탈수나 구토가 없는 경우에는 음수 또는 전해질 제재의 경구 투여가 권장된다. 하지만 탈수가 중등도나 중증으로 심한 경우에는 수의사의 진료를 받고 원인 질환에 따라 치료를 하면서 정맥주사를 통해 수액과 전해질을 보충하는 수액요법이 병행되어야 한다. 즉, <표 4>에서와 같이 탈수로 인한 허탈과 체온 저하를 예방하고 정상적인 몸의 대사 작용이 유지되도록 산증과 전해질 손실을 교정해 주어야 한다.

이러한 치료 내용 중 설사병으로부터의 회복을 위해서는 탈수와 산증 교정을 위한 수분 공급과 더불어 나트륨 등 전해질 공급이 적절하게 이루어져야 한다. 특히, 탈수가 보이거나 대장균과 같은 세균의 내독소혈증에 의한 설사시 송아지의 신속한 회복을 위해서는 적절한 양의 나트륨 공급을 위한 생리식염수 수액이 필수적이다. 생리학적인 변화로 세포내액과 세포외액간의 삼투질 농도의 불균형이 발생하면 세포막을 통해 전해질인 Na^+ 이동이 일어나는 것이 아니라 수분이 이동함으로써 삼투질 농도의 평형을 유지하게 된다. 따라서 Na^+ 의 농도의 과소 또는 과대로 인한 이상은 상대적으로 수분이 많은지 적은지와 같은 수분의 장애를 동반하게 된다.

따라서 일반적으로 탈수된 성우에게는 고장성 식염수 2리터를 12~14계이지 바늘을 사용하여 빠르게 투여하고 즉시 적어도 20리터의 물이 공급되어야 한다. 설사를 하는 송아지에게는 고장성 식염수 120~200ml를 16~18계이지 바늘이나 카테터를 통해 투여하고, 2~3리터의 등장성 알칼리 전해질 용액의 경구투여가 권장된다. 이러한 정맥주사에 의한 고장성 식염수 투여는 설사로 인한 탈수를 나타낸 송아지를 빠르게 소생시키고 고칼륨혈증의 심장 억압 효과를 역전시키는데 있어서 매우 중요하다.

일반적으로 송아지가 중등도의 설사를 하는 경우에는 하루 약 1~2리터, 그리고 수일간의 설사로 인하여 6~8%의 탈수 증상을 보이는 경우에는 하루 약 3~4리터의 전해질 제제를 투여해야 한다. 이때 전해질제제를 한번에 너무 많이 투여하지 말고, 3~4시간 간격으로 여러 번 나누어서 투여해야 한다. 일반적으로 오전과 오후에 각각 2리터 정도의 전해질 급여가 권장된다.

탈수 정도가 8% 이상인 송아지는 정맥주사를 통한 전해질 및 영양소 공급이 권장된다. 일차적으로 보통 5% 포도당 1리터에 비타민과 아미노산 등의 영양제를 혼합하여 정맥주사하고, 6시간 후에 전해질제제(생리식염수 또는 하트만 용액)의 정맥주사가 권장된다. 송아지에서 설사병 발병시 적극적으로 수액요법을 실시하면 보통 3~4일 이내에 빠르게 회복되지만 10% 이상의 탈수를 보인 송아지는 치료해도 쉽게 회복되지 못하고 폐사되는 경우가 많기 때문에 설사를 조기에 발견하여 초기부터 적극적인 수액요법 등의 신속한 치료가 필요하다.

4. 송아지 설사병의 예방

송아지 설사는 다양한 요인에 의하여 복합적으로 발생하며 질병의 주요 발생 요인은 병원체, 송아지, 환경이다. 사육환경이 악화되고, 병원체가 증가하고, 송아지의 항병력이 저하되었을 때 질병 발생 가능성이 높아진다. 설사병 예방을 위해서는 병원체 관리를 위한 위생적인 환경을 제공하고 예방약 투여와 더불어 병원체 제거를 위한 소독, 그리고 송아지의 질병 저항성을 높이기 위한 초유 및 적절한 영양 공급이 필요하다.

① 적절한 초유 급여

질병에 대한 송아지의 면역력을 높이기 위해서는 면역글로불린 함량이 충분한 양질의 초유 급여가 필수적이다. 갓 태어난 송아지는 소화기 발달이 완성되지 않아 성우가 이용할 수 있는 대부분의 영양소를 이용하지 못하기 때문에 소화가 쉽고 영양분이 풍부한 우유를 먹는 것이 건강에 매우 중요하다. 특히, 분만 후 수 시간 내에 적당한 양의 초유 급여는 송아지로 하여금 앞으로 살아가면서 병원균과 싸워 이길 수 있는 면역항체를 획득하는 가장 중요한 방법이다.

초유 중의 면역항체는 출생 후 6시간 안에 송아지의 장에서 잘 흡수되기 때문에 가능한 분만 후 신속한 초유 급여가 이루어져야 한다. 만일 출생 후 12시간 안에 충분한 양의 초유를 섭취하지 않는다면 혈중 면역항체의 감소로 인하여 패혈증 및 설사로 인한 폐사를 예방할 수 없다.

분만 후 송아지의 초유 일일 섭취량은 체중의 4~5%로서 체중 25kg인 송아지의 경우에는 1리터 이상을 섭취해야 한다. 하루에 3~5회 분할하여 급여해야 흡수가 잘 된다. 송아지에게 초유 또는 대용유를 급여할 때에는 어린이에게 분유를 먹이는 것처럼 체온과 비슷하게 40℃ 정도로 따뜻하게 데워서 젖병을 이용해서 급여한다. 체온과 우유의 온도가 너무 차이가 나면 위장운동을 촉진시켜 설사를 일으키기 때문이다. 한번 사용한 용기는 미생물 오염방지를 위하여 철저히 세척한 후 재사용해야 한다. 송아지 이유 후에는 적절한 성장을 위해 제한된 양의 농후사료와 조사료를 무제한 급여하고, 특정 비타민과 광물질이 결핍되지 않도록 비타민 A, D, E와 칼슘 등 광물질이 함유된 영양제를 적절히 공급해 주어야 한다.

② 예방약 접종

세균성 설사병 원인체 중 독소에 기인된 증상은 항생제로 잘 치료되지 않으며, 바이러스성 질병의 치료에는特效약이 없으므로 이로 인한 질병이 발생하면 일반적으로 증상 개선을 위한 대증요법을 통한 송아지의 면역력 향진을 획득하게 하는 것이 최선의 방법이다. 이들의 적극적인 대처방법 중 하나가 질병 원인체에 대한 예방접종이다. 특히, 로타바이러스 감염증의 경우에는 초유 중의 항체가 분만 후 급속히 감소하고 소장에 도달하는 유즙 내 항체수준이 바이러스의 감염과 증식을 억제하지 못하기 때문에 많은 수의 송아지가 1주일 내에 감염될 수 있다.

또한, 우군의 면역상태가 낮은 경우에 로타바이러스성 설사는 어린 송아지에서 집단적으로 발병할 수 있으며, 산발적 발병에는 초유를 섭취하지 못했거나, 초유의 양이 충분하지 않은 송아지에서 나타난다. 따라서 농가에서는 분만 전 어미 소에 대장균, 로타 및 코로나 바이러스 백신을 접종하여 초유 내 항체기를 높여서 질병을 예방하고 초유 급여 전에 송아지 바이러스성 설사병 예방을 위하여 로타 및 코로나바이러스 예방약 경구 투여가 권장된다(표 5). 이때 충분한 면역형성을 유도하기 위하여 초유는 예방약 투여 후 3시간 이후에 급여하도록 한다.

표 5 설사병 예방을 위한 어미 소 및 송아지 예방접종 프로그램

구분	질병명	접종시기	비고
어미 소	로타바이러스 감염증 코로나바이러스 감염증 대장균 감염증	분만전 1개월(1차) 분만전 15일(2차)	주사용 불활화 백신
송아지	로타바이러스 감염증 코로나바이러스 감염증	분만후 즉시 경구 투여	경구용 생독 백신

③ 분만 첫 3주 동안 송아지 방에서 위생적으로 개별 사육

분만한 송아지는 출생 후 최소 2주 동안에는 대부분의 시간을 먹고 자는데 소비한다. 만약에 송아지 사육 공간이 밀집 상태가 되면 휴식 및 급식 상태가 불편하게 되어 질병에 대한 노출이 증가하게 된다. 따라서 분만 후 송아지 설사 예방 및 확산 방지를 위하여 분만 첫 3주 동안은 깨끗하고 바닥이 건조하며 외풍이 심하지 않은 송아지 방에서 개체

사육이 권장된다. 이때 송아지 방의 바닥 넓이는 최소한 $1.8\text{m}^2/\text{두}$ 를 확보해야 하며, 송아지 설사병 발생시 전염이 되는 것을 예방하기 위하여 송아지 방과 방 사이의 간격을 최소한 1.2m 정도로 유지해야 한다. 송아지 우사는 찬바람이 노출되지 않는 방향으로 설치해야 하며, 바닥이 분뇨로 오염되는 것을 방지하고 건조한 상태에서 휴식과 포유가 방해받지 않도록 깔짚을 정기적으로 교체해 주는 등 적절한 환경관리(온도, 습도, 환기)가 유지되어야 한다.

④ 송아지 방의 철저한 보온관리

송아지는 체온 조절 능력이 떨어지기 때문에 외부 환경 온도의 변화가 심하면 쉽게 면역력이 떨어져서 질병에 취약하게 된다. 따라서 송아지 사육 우사에 대해서는 적정 온도 관리를 위하여 보온등 및 충분한 양의 깔짚 사용 등이 권장된다. 송아지에 가장 알맞은 환경온도는 $13\sim 25^\circ\text{C}$ 이고, 신생 송아지가 추위에 견딜 수 있는 한계 온도는 5°C 이다. 만약 환경 온도가 한계 온도 이하로 떨어질 때는 체온 방산을 억제하기 위하여 털이 곳곳이 서고 혈관이 수축하게 된다. 또한, 일교차가 $15\sim 29^\circ\text{C}$ 이상일 때는 설사병 발생 가능성이 높아지게 된다.

⑤ 송아지 방 및 축사 주변의 철저한 소독

축사는 분변, 오줌, 사료 등의 유기물이 항상 존재하여 각종 병원성 미생물의 피난처가 된다. 이러한 병원성 미생물은 환경에서 지속적으로 증식한 다음 송아지의 체내에 노출되어 감염을 일으킬 수 있다. 특히, 바이러스가 송아지에 감염되면 적절한 치료제가 없으므로 소독이 최선의 방법이다. 이와 더불어 치료 기간 동안에 다른 감염되지 않은 송아지에게 전염원으로 작용할 수 있다. 따라서 크레졸, 석탄산, 가성소다, 알데하이드, 염화칼슘, 염소, 생석회, 차아염소산소다 등과 같은 소독제로 축사 환경에 대한 소독이 필요하다.

송아지 방이 비어 있을 때 깨끗이 청소하고 철저히 소독한 다음 송아지를 입식시켜야 한다. 설사병 병원체 사멸을 위해 주 1회 이상 정기적으로 축사를 소독해야 한다. 설사병 발병 송아지가 사육된 우사와 주변 사육시설에 대해서도 소독이 필요하다. 소독약품의 효과는 병원성 미생물의 저항성, 소독약의 유효 희석 농도 및 작용시간, 온도, 물의 경도, 산도 및 유기물 존재 여부 등에 의하여 영향을 받게 되므로 소독약 제조사에서 권장하는 방법으로 사용해야 한다. 송아지 우사 이외에도 송아지 포유 기구는 세척제 및 소독약을 이용하여 적절하게 소독한다.

감염성 송아지 설사병은 병원체, 송아지(면역수준, 영양상태), 사육환경 등 3가지 요인이 복합적으로 작용해서 나타난다. 따라서 설사병의 예방을 위해서는 병원체 관리를 위한 밀집 사육이 되지 않도록 하고, 위생적인 환경 제공 및 예방약 투여와 더불어 병원체 제거를 위한 소독, 그리고 송아지에게 신속한 초유 급여와 더불어 적절한 영양공급이 최우선적으로 제공되어야 한다. 특히, 송아지 사육두수가 많을수록 질병 발생을 높이는 전염원의 단위 면적 당 오염도가 증가되며, 감염률은 축사 내에 송아지가 과다 사육된 시간에 비례한다. 따라서 설사병 위험을 감소시키기 위해서는 송아지의 단위 면적당 사육두수를 줄이고, 분변 등 유기물을 제거하기 위하여 우사를 깨끗이 청소하고 소독하는 것이 중요하다.

또한, 감염성 설사병에 대한 효과적인 치료를 위해서는 조기 발견 및 탈수에 대한 신속한 교정과 원인체에 따른 적절한 약제 선택이 중요하다. 하지만 이러한 약물적 치료는 증상을 일시적으로 완화시키는 역할만 하기 때문에 치료의 방향은 송아지가 설사병을 스스로 회복할 수 있도록 도와주는 장기적인 접근이 필요하다.

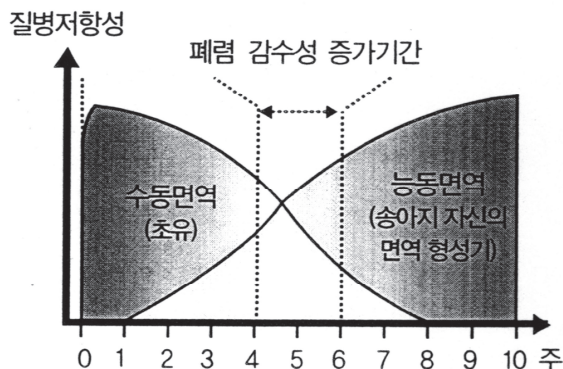
제2장 송아지 호흡기 질병 원인 및 예방대책

송아지 호흡기 질병 발생은 계절에 상관 없이 연중 발생한다. 하지만 주로 건조하고, 일교차가 심한 환절기인 10월에 발생하기 시작하여 동절기인 12월을 전후로 해서 최고치에 도달한 후 늦은 5월까지 지속된다. 호흡기 질병이 11월부터 3월까지 집중적으로 문제되는 것은 이 질병을 일으키는 원인체인 바이러스와 세균이 대기 중에서 물방울 상태로 살포되어 활동이 왕성하기 때문이다. 또한, 심한 일교차와 동절기의 낮은 온도는 동물의 체온을 떨어뜨려 호흡기의 혈액순환을 감소시킴으로써 면역력의 저하를 초래하기 때문이다.

특히, 송아지는 폐의 기능이 충분하지 않고 면역기능도 완성되어 있지 않다. 초유 섭취 부족이나 3개월 이하의 어린 송아지는 면역력이 충분히 전달되지 않기 때문에 세균, 바이러스 등의 병원체 침입에 대한 저항력이 약하고 병원체에 감염되면 호흡기질병 발생이 쉬워지므로 이 시기의 송아지는 주의가 필요하다. 대부분의 호흡기 질병 원인체는 전염성이 있기 때문에 한 마리가 감염되면 건강한 다른 송아지에게 전파되어 성장지연을 초래하거나 심한 경우에는 폐렴으로 진행되어 폐사에 이르게 된다.

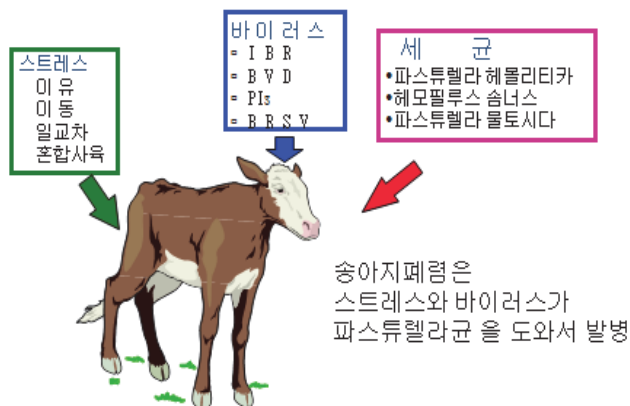
1. 송아지에서 호흡기 질병의 원인

송아지에서 호흡기 질병이 더욱 문제 되는 원인은 성우에 비하여 송아지의 체적 당 체표면적이 크고, 면역기능을 갖고 있지 않기 때문이다. 또한, 송아지는 몸의 영양 축적이 매우 적고, 땀이 잘 나고 열 발산작용이 발달되어 고온 환경에서는 잘 견디나 상대적으로 추위에는 저항력이 떨어지고, 체온조절 능력이 떨어지는 생리적 특성이 있다. 그리하여 초유 섭취에 의한 면역글로불린 농도가 감소하고(혈중 면역글로불린 농도가 15g/l 이상을 보일 때 폐렴으로부터 적절하게 방어), 송아지 자신의 면역형성 이전인 생후 4~6주령에 폐렴 감수성이 증가한다<그림 1>.



〈그림 1〉 송아지 폐렴 감수성 시기

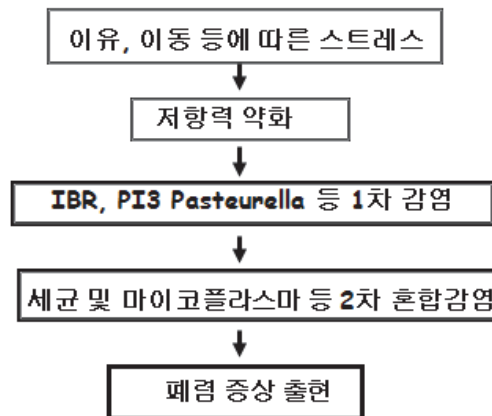
이와 더불어 송아지는 외부 환경에 직접 노출된 상태에서 사료와 물을 같이 섭취하고, 동일한 공간에서 다양한 월령의 송아지들이 함께 사육되기 때문에 호흡기질병 발병 가능성이 높다. 즉, 농장에서 1~2마리의 송아지가 감염되면 건강한 송아지로 호흡기질병이 전염될 수 있다. 외국의 경우에 사양관리가 우수한 농장에서의 송아지 폐렴 발생률은 사육환경, 면역수준, 계절 및 영양관리 상태 등에 의해서 3~30% 수준을 보이며, 송아지 위생관리가 철저하지 못한 농가에서는 더욱 문제 된다. 폐렴 발생은 사료효율 저하에 따른 성장지연을 초래하거나 심하면 폐사하고, 치료에 따른 비용과 추가 노동력 소요 등에 따른 커다란 경제적 손실을 초래한다. 그러므로 농가에서는 환절기와 동절기에는 송아지 호흡기질병에 대한 집중적인 관심과 노력이 필요하다.



〈그림 2〉 송아지 폐렴 주요 발병 인자

2. 송아지 호흡기 질병 발병기전 및 임상증상

송아지에서 호흡기질병은 생리적 및 영양적 요인, 외부 환경적인 요인, 병원체와의 3가지 상호 작용에 의하여 복합적으로 발생한다. 즉, 이유, 이동, 사료 변경, 추위, 일교차, 환기불량 등에 의하여 송아지들이 스트레스를 받게 되면 일차적으로 스트레스 호르몬인 코티솔(cortisol)의 혈액 내 농도가 증가하게 한다. 이러한 결과는 송아지 면역체계를 억제하여 질병에 대한 저항력이 약화되어 정상적으로 호흡기에서 서식하고 있는 소호흡기합포체성폐렴 바이러스(bovine respiratory syncytial virus; BRSV), 소전염성비기관지염 바이러스(infectious bovine rhinotracheitis virus; IBRV), 파라인플루엔자3 바이러스(parainfluenza virus type3; PI3)와 마이코플라스마(*Mycoplasma bovis* 등), 파스튜렐라(*Pasteurella multocida*), 만헤미아(*Mannheimia haemolytica*), 헤모필루스(*Haemophilus somnus*)와 같은 미생물에 감염되어 폐렴을 일으킨다(그림 2).



〈그림 3〉 송아지 폐렴 발병기전

보통 바이러스가 인후두 부분에서 일차적으로 증식한 후 전신으로 퍼져 고열과 함께 호흡기 점막을 자극하여 호흡기 내에 상존하고 있는 파스튜렐라와 헤모필루스, 마이코플라스마 같은 세균이 급격히 성장하여 이차 혼합 감염이 이루어진다(그림 3). 소바이러스성설사(bovine viral disease; BVD) 바이러스는 호흡기 내에 상존하지 않아서 호흡기에 손상을 주지 않지만, 면역력 저하를 유도하여 다른 호흡기 감염을 유도한다.

호흡기 질병의 초기 증상은 다른 감염성 질병에서처럼 사료섭취율 저하와 39.5℃ 이상으로 체온이 증가하고, 수양성 콧물과 기침이 계속된다. 심한 폐렴을 보인 경우에는 거동이

불편해 보이고 한곳에 웅크리고 앉아 있기를 좋아한다. 송아지 호흡기질환의 주요 원인체별 특징을 요약하면 <표 1>과 같다. 소전염성비기관지염 및 소바이러스성설사는 호흡기 이외에도 유산을 일으키며, 소바이러스성설사는 기침 증상이 없는 것이 특징적 소견이다. 이러한 원인체에 의한 폐렴은 준임상형에서부터 급성형의 치명적인 형태에 이르기까지 매우 다양하며, 폐렴의 정도는 폐 손상을 받는 시기에 의해서 결정된다.

표 1 송아지 호흡기 질환의 원인체별 특징

구분	호흡기 질환				
	소전염성비기관지염(IBR)	소바이러스성설사증(BVD)	소호흡기합포체성 폐렴(BRS)	파라인플루엔자(PI3)	파스튜렐라병(Pasteurellosis)
열과 콧물	○	○	○	○	○
기침	○		○	○	○
호흡곤란	○	○	○	○	○
유산	○				
질염	○				
다른 주요증상		콧속 염증	안검 종창	코의 가피 형성	맥박수 증가
감별진단	코의 발적	구강 궤양	포말성 유연		

소호흡기합포체성폐렴 바이러스나 소전염성비기관지염 바이러스, 파스튜렐라균 등이 혼합 감염되면 증상이 심해져서 처음에는 발열과 기침 및 호흡 촉박 증세를 보이며, 맑은 수양성의 콧물을 흘리다가 차츰 황색의 묽은 콧물을 흘린다. 더욱 심해지면 심한 기침과 끈적끈적한 황색의 콧물을 흘리며 호흡은 복식호흡으로 바뀌어 심한 호흡곤란 증세를 보인다. 하지만 이러한 호흡기 증상은 감염된 송아지의 연령 및 감염 원인체에 따라서 임상증상의 차이를 보인다.

3. 송아지 폐렴을 일으키는 위험인자와 관리기준

폐렴을 일으키는 원인체는 <표 2>에서와 같은 스트레스를 유발하는 주요 인자들이 발생되지 않으면 임상증상을 나타내지 않는다. ① 송아지를 너무 이른 시기에 우군에 편입한 경우 ② 아직 충분한 양의 고형분 사료를 섭취하지 못할 때에 이유시키는 경우 ③ 장기간의 수송, 외부로부터 구입되었을 경우 ④ 다양한 연령의 송아지를 혼합해서 사육할 때 또는 밀집사육 ⑤ 추위, 심한 일교차, 환기 불량, 배수 불량, 미세 먼지 오염 등에 의한 환경적 요인 ⑥ 초유섭취 부족, 사료와 물 공급 제한, 비타민 및 광물질 부족 등과 같은 영양적 장애 요인이 있을 때 임상증상을 보인다.

이러한 요인 중 환기 상태의 불량과 높은 습도는 호흡기 질병 발생과 매우 밀접한 관련이 있다. 이와같이 송아지 호흡기질병 발생은 송아지 사육환경, 면역수준, 계절 및 영양상태 등에 의해서 농장별로 매우 다양하게 나타날 수 있다. 그러므로 미국에서는 이러한 송아지의 생리적 특성 및 목장 사양관리 여건 등을 고려해서 송아지 폐사 및 폐렴 발생 관리기준을 연령별로 설정하고 있다. 즉, 생후 2개월 이전과 생후 2~6개월 송아지의 폐렴 발생 목표 관리기준을 5%와 10% 이하로 각각 설정하고 있다.

표 2 송아지 폐렴을 일으키는 위험인자

구분	송아지 폐렴을 일으키는 위험인자
혼합사육	아프거나 다양한 연령의 송아지, 백신 미접종우, 성우와의 혼합사육
이동	우사 내 이동, 외부 구입에 의한 장시간 이동
송아지 사육시설	환기 불량, 젖은 바닥상태, 찬바람 노출
영양부족	부적절한 우유 섭취, 광물질과 비타민 부족, 조기이유, 사료 변경
부적절한 면역력	초유섭취 부족, 면역항체 저하
질병	송아지 설사병 감염, 기생충 감염
환경	낮과 밤의 심한 온도 차이, 송아지 사육시설 내 먼지 등 오염
기타 스트레스	이유, 거세 및 제각

4. 송아지 호흡기질병 발생시 치료

송아지 폐렴 발생률은 높지만 적절한 치료를 할 경우에는 5% 이하의 폐사율을 유지할 수 있다. 하지만 부적절한 치료시에는 폐사율도 높아지고, 만성으로 진행되거나 재발되어 피해가 더욱 가중될 수 있다. 호흡기질병 치료의 성공 유무는 얼마나 조기에 발견하여 유효한 약제로 적절하게 지속적으로 치료를 실시해 주었는지에 달려 있다.

① 환축을 조기에 발견

호흡기 질병을 장기간 방치하면 만성화되면서 감염 부위에 결합조직이 형성되어 항생제의 침투가 용이하지 않기 때문에 치료가 잘되지 않는다. 따라서 환절기나 기타 스트레스 요인이 작용하여 호흡기질병 발생이 우려될 때는 우사를 자주 관찰하여 환축을 조기에 발견하는데 노력해야 한다. 이른 새벽에 소가 사료를 먹기 전에 관찰하는 것이 가장 좋다.

② 유효한 약제로 적절하게 치료

호흡기 질병에 감염된 송아지는 신속하게 햇빛이 비치는 따뜻한 곳과 신선한 공기가 유지될 수 있는 적절한 공간으로 먼저 옮긴 뒤 호흡기 치료를 실시한다. 질병 초기 발견시에는 최소한 3일간의 항생제와 소염제, 영양제 등을 투여한다. 일반적으로 바이러스에 의한 폐렴에는 근본적인 치료제가 없으므로 마이코플라스마와 세균 등이 포함된 2차 감염을 막기 위해 항생제를 투여해야 한다. 하지만 모든 항생제가 마이코플라스마에 효과적이지는 않다. 따라서 항생제 선택이 중요하다.

일반적으로 옥시테트라사이클린(oxytetracycline), 엔로플록사신(enrofloxacin), 앰피실린(ampicillin) 등이 폐렴에 효과적인 것으로 알려져 있으나, 농장별로 원인체에 따른 항생제 내성이 있을 수 있다. 따라서 가장 좋은 치료 방법은 폐렴의 원인균을 분리한 다음 항생제 감수성 검사를 실시하여 효능 있는 항생제를 선별하여 사용하는 것이다.

일반적으로 우군 전체의 30% 이상이 호흡기 증상을 보일 경우에는 전체 우군에 항생제를 3~5일간 집단적으로 투약하는 예방 치료법이 효과적이다. 이때 항생제 단독요법보다는 소염제를 병용하여 치료하면 염증 증상을 완화시키어 빠른 시간 내에 회복시킬 수 있다. 항생제는 세균을 제거하지만 바이러스 제거에는 효과적이지 못하고, 염증을 경감시키는데 있어서는 적절하지 못하기 때문이다. 따라서 염증을 완화시키는 역할을 하는 소염제의 병행치료가 매우 중요하다.

또한, 탈수와 독혈증을 완화시키기 위하여 5% 식염수를 정맥주사하는 것이 필요하다. 송아지 호흡기 증상이 심하여 사료를 제대로 먹지 못하거나 탈수가 심한 경우에는 삼투압 현상에 의한 폐수종 발생을 예방하고 식욕을 개선시키기 위하여 5% 포도당보다는 25%의 고장액 포도당에 수용성 비타민제를 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.

장기간 호흡기질환으로 인하여 탈수가 심한 경우에는 무엇보다도 탈수로 인한 허탈을 막고 체온 저하를 예방하도록 한다. 특히, 너무 추운 시기나 송아지가 폐렴으로 몸의 상태가 망가졌을 때에는 체온이 저하되거나 발열에 의하여 체온을 뺏기는 경우가 있다. 이때에는 송아지 보온 옷을 입혀서 체온을 일정하게 유지하여 송아지 체온 관리에 신경을 써야 한다. 또한 보온 옷은 땀이 나거나 분노로 오염되므로 매트와 같이 주기적으로 세척 및 소독을 실시한 후 건조하여 다시 사용하도록 해야 한다.

③ 증상이 없어진 후에도 2일 정도 더 치료

한번 치료를 시작하면 최소한 3일 이상 치료하고 증상이 없어진 후에도 2일 정도 더 치료하여야 재발을 줄일 수 있다. 재발한 경우에는 사용하였던 약제로는 잘 치료가 되지 않기 때문에 치료제를 바꾸어야 한다. 호흡기 질병에 있어서 무엇보다도 중요한 점은 감염 초기에 적절하게 치료가 이루어진다면 대부분 송아지에서 24~48시간 이내에 회복될 수 있다. 하지만 일부 송아지에 있어서는 대개 2~4일 정도로 짧은 시간 내에 폐사되거나 때로는 계속된 치료에도 불구하고 만성경과를 취하기도 한다.

따라서 재발의 위험성을 감소시키기 위해서는 체온이 정상으로 회복되고 호흡곤란 등의 증상이 경감된 후에도 최소 2일간 더 항생제를 투여하여야 하며, 심한 경우에는 5~7일 이상 계속하여야 한다. 특히, 호흡기 질병 감염 초기에는 대부분 바이러스에 의하여 발생하며, 이러한 경우에는 특별한 치료약이 없어서 증상을 완화시켜 주는 대증요법과 2차 세균감염 예방을 위한 항생제를 투여하고, 항염증약과 항히스타민제제가 권장되기도 한다. 또한, 신선한 사료와 물을 주는 것도 증상개선에 좋으며 식욕이 없는 개체는 비타민 A, D, E를 투여하면 회복 속도를 증진시키는데 도움이 된다. 합병증이 없는 경우에는 폐사율이 현저히 감소한다.

5. 송아지 호흡기질환의 예방

호흡기 질병 예방을 위하여 가장 중요한 사항은 폐렴을 일으킬 수 있는 요인을 개선시키는 것이다. 즉, 송아지 사육환경을 위생적으로 관리하고, 면역력을 증진시키기 위하여 충분한 양의 초유를 급여하고 예방약을 접종하며 환경에 대한 정기적인 소독이 필요하다. 특히, 다두 사육에 따른 밀사, 사료 급변 등의 스트레스를 방지하고 보온에 유의하며 환기를 철저히 해야 한다.

가. 호흡기질환을 일으킬 수 있는 사육환경 개선

1) 적정 온도, 습도 및 환기 유지

송아지에 가장 알맞은 환경온도는 13~25℃ 이다. 신생 송아지가 추위에 견딜 수 있는 한계 온도는 5℃ 정도이며, 송아지 축사의 이상적인 상대습도는 50~75%이다. 가을철 환절기에는 심한 일교차와 건조한 환경으로 인하여 먼지가 많이 나서 기관지 점막이 약해져 각종 호흡기 질환을 유발시키는 바이러스와 세균의 침투가 쉬워진다. 특히, 축사에 환기가 불량한 경우에는 유해가스나 먼지가 송아지 비강 점막이나 기관지 점막을 자극하여 병원균의 침입을 쉽게 하여 호흡기질환을 일으키게 된다.

또한, 축사는 송아지들이 배출하는 분뇨와 호흡에 의하여 상대적으로 이산화탄소와 메탄가스 등 유해가스 농도가 높다. 특히, 송아지들이 쉬고, 활동하고, 사료를 섭취하고 호흡을 하는 우사에는 유해가스 농도는 더욱 높아지게 된다. 그러므로 우사 내 이산화탄소, 암모니아 가스와 체열 발산량의 배출을 위해서는 외부로부터 산소가 포함된 신선한 공기를 유입해 주는 환기가 중요하다. 환기가 부족하면 유해가스가 높아지고 산소가 부족하게 된다.

이에 반하여 환기를 지나치게 많이 하는 경우에는 바람 문제와 더불어 보온 효과에 부정적인 영향을 미치게 된다. 그러므로 목장에서는 아침·저녁으로 온도와 습도의 이상, 환기 불량 등의 환경 스트레스가 없는가를 정기적으로 점검해야 한다. 환기가 부적절한 경우에는 커튼 등을 이용하여 자연적으로 환기가 이루어질 수 있도록 하거나, 환풍기를 사용하여 유해가스나 먼지를 배출시키는 것이 필요하다.

2) 적정 사육 밀도 유지

사육밀도는 축사 내 공기를 오염시키는데 주요한 역할을 하여 감염원에 대한 노출 빈도를 증가시킨다. 분만한 송아지는 출생 후 최소 2주 동안에는 대부분의 시간을 자고 먹는데 소비한다. 송아지 사육 공간이 밀집 상태가 되면 휴식 및 급식 상태가 불편하게 되어 호흡기질환에 대한 노출이 증가하게 된다.

따라서 신생 송아지는 깨끗하고 바닥이 건조하며 외풍이 심하지 않은 송아지 방에서 개별 사육이 권장된다. 이때 송아지 방의 바닥 넓이는 최소한 두당 1.8㎡를 확보하여 밀집 사육이 되지 않도록 해야 한다. 또한, 송아지 질병 발생 시 전염이 되는 것을 예방하기 위하여 방과 방 사이의 간격을 최소한 1.2m 정도 유지해야 한다.

표 3 송아지의 월령별 군 분리 규모 및 사양 공간

월령	그룹의 최대두수	월령 차이의 허용범위	체중 차이의 허용범위	1두당 바닥면적
2~4	3~5	3주간	-	2.7㎡
4~6	6~12	2개월	34kg	2.7㎡

개별 사육 이후에는 가능한 송아지 일령과 체중에 따라서 <표 3>에서와 같은 넓은 공간의 한 방에서 공동 사육해야 한다. 송아지 우사의 위치는 찬바람이 노출되지 않는 방향으로 설치되어야 하며, 송아지가 사육되는 우사의 바닥에는 분뇨로 오염되는 것을 방지하고, 건조한 상태에서 휴식과 포유가 방해받지 않도록 깔짚을 정기적으로 교체해주는 등 적절한 환경관리(온도, 습도, 환기)가 필요하다.

나. 호흡기 질병에 대한 면역능력 획득을 위한 초유 급여 및 예방접종

1) 신속한 초유 급여와 적절한 영양 관리 필요

질병에 대한 송아지의 면역력을 높이기 위하여 면역글로불린 함량이 충분한 양질의 초유 급여와 백신 접종이 필요하다. 분만 후 수 시간 내에 적당한 양의 초유 급여는 송아지로 하여금 앞으로 살아가면서 병원균과 싸워 이길 수 있는 면역항체를 획득하는 가장 중요한 수단이다. 초유 중의 면역항체는 출생 후 6시간 안에 송아지의 장에서 가장 잘 흡수되기 때문에 가능한 분만 후 신속한 초유 급여가 이루어져야 한다. 만일 출생 후 12시간 안에 충분한 양의 초유를 섭취하지 않으면 혈중 면역항체의 감소로 인하여 감염성 질병으로 인한 폐사를 예방할 수 없다.

분만 후 송아지가 섭취해야 할 초유의 일일 섭취량은 체중의 10~12%로서 체중 40kg의 홀스타인 송아지의 경우에는 4리터 이상의 초유를 섭취해야 하며, 4~6시간 이내에 이 양의 절반을 반드시 먹어야 한다. 출생직 후 3~5일간 초유를 먹어야 하며, 송아지 1회 초유 급여량은 위의 용량을 초과하지 않는 체중의 4~5% 정도(50kg의 송아지는

2.0~2.5kg 정도) 급여해야 하며, 아침과 저녁에 2회 급여해야 한다. 만약에 이보다 많은 양을 급여하게 되면 소화불량으로 인한 설사를 하게 된다.

한편, 송아지 급여 후 남은 초유는 1리터 용기에 담아 냉동 상태에서는 1년 이내에 전유 또는 대용유로 사용할 수 있으며, 어미 소의 초유 공급에 문제가 있을 경우에 다른 송아지에게 급여하면 매우 유용하다. 다만, 유방염 감염우, 혈액이 포함된 우유, 외부 구입우, 요내병 등 질병 감염우 등의 초유는 송아지에게 급여하지 않는 것이 바람직하다.

초유 급여 후에는 대용유 또는 우유를 송아지에게 1일 2회 2리터씩 출생 후 3~5주 정도까지 급여해야 한다. 송아지에게 초유 또는 대용유를 급여할 때는 체온과 비슷하게 40℃ 정도로 따뜻하게 데워서 젖병을 이용해서 급여한다. 이러한 이유는 체온과 우유의 온도 차이가 있을 때 위장 운동을 촉진하게 하여 설사를 일으키기 때문이다. 한번 사용한 용기는 미생물 오염방지를 위하여 철저히 세척 한 후 재사용해야 한다. 또한, 생후 4일째부터는 반추위의 발달을 유도하기 위하여 어린 송아지 이유 사료와 신선한 물을 자유 급여하며, 대용유, 또는 잉여 초유를 이유 전까지 체중의 8% 정도를 매일 급여하고, 생후 3~5주 또는 이유사료를 0.5kg 이상 섭취할 때에 이유를 실시한다. 송아지 이유 후에는 적절한 성장을 위해 제한된 양의 농후사료와 조사료를 무제한 급여하고, 갈슘 등의 광물질과 비타민 A, D, E가 함유된 영양제를 적절히 공급해 주어야 한다.

2) 예방접종

호흡기질환이 문제되는 목장에서는 이 시기에 소전염성비기관지염(IBR), 소바이러스성 설사(BVD), 소합포체성페렴(BRSV), 파라인플루엔자(PI3) 등 바이러스에 대한 예방접종을 실시한다. 일반적인 예방접종 방법은 어미 소에 예방 접종하여 초유 섭취를 통한 예방과 항체가 소실되는 송아지에게 소전염성비기관지염(IBR) 등의 호흡기 백신을 실시하는 병행 방법이 권장된다<표 4>. 즉, 호흡기질환 예방접종을 실시한 어미 소에서 태어난 송아지는 2개월령에 3주 간격으로 2회 접종한다. 이에 반하여 예방 접종하지 않은 어미 소에서 태어난 송아지는 1개월령에 3주 간격으로 2회 접종한 후 6개월마다 추가 접종한다. 특히, 매년 환절기 전인 3월경과 9월경에 호흡기질환 예방약을 주사하여 이 질병에 대한 면역 능력을 유지시킨다.

표 4 호흡기 질병 예방을 위한 어미 소 및 송아지 백신 접종 권장 시기

구분	질병명	접종시기	비고
어미 소	파스튜렐라, 헤모필루스, 만헤이미아	분만 6~7주전 접종(1차) 분만 3~4주전 접종(2차)	주요 세균성 폐렴 3종 원인체 예방
송아지	파스튜렐라, 헤모필루스, 만헤이미아	생후 45~50일령 접종(1차) 생후 65~70일령 접종(2차)	주요 세균성 폐렴 3종 원인체 예방
	IBR, BVD, PI3, 호흡기 백신	3개월령 이상의 송아지에 4주 간격으로 2회 접종	소전염성비기관지염, 소바이러스성설사, 파라인플루엔자 3종 호흡기 질병 예방

다. 송아지 방 및 축사 주변을 철저히 소독

축사에서 분변, 오줌, 사료 등의 유기물이 항상 존재하여 각종 병원성 미생물의 피난처이다. 그리고 이러한 병원성 미생물은 환경에서 지속적으로 증식한 다음에 송아지의 체내에 노출되어 감염을 일으킬 수 있다. 바이러스와 같은 미생물에 송아지가 감염되었을 경우에는 적절한 치료제가 없으므로 소독이 최선의 방법이다. 이와 더불어 치료 기간에 다른 감염되지 않은 송아지에게 전염원으로 작용할 수 있으므로 치료는 효과적이지 못하다. 따라서 크레졸, 석탄산, 가성소다, 알데하이드, 염화칼슘, 염소, 생석회, 차아염소산소다 등과 같은 소독제로 축사 환경에 대한 소독이 필요하다. 특히, 송아지 방이 비어 있을 때 분변 등 유기물의 제거를 위하여 철저히 청소 및 세척후 소독을 한 다음에 송아지를 입식시켜야 한다.

또한, 소독제는 항생제와 달리 균을 직접 죽임으로서 약물 내성과는 큰 영향이 없으므로 농장에서는 질병 감염의 예방적 차원에서 각종 병원체를 사멸시키기 위해서 소독약을 이용하여 주 1회 이상 정기적으로 축사를 소독해야 한다. 특히, 감염성 질병에 이환된 송아지를 사육한 우사와 주위의 사육시설에 대해서는 별도로 특별 소독을 해야 한다. 소독약품의 소독 효과는 병원성 미생물의 저항성, 소독약의 유효 희석 농도 및 작용 시간, 온도, 물의 경도, 산도 및 유기물 존재 여부 등에 의하여 영향을 받게 되므로 소독약 제조사에서 권장하는 사용 설명서에 의해서 올바르게 사용해야 한다. 송아지 우사 이외에도 송아지 포유 기구는 세척제 및 소독약을 이용하여 적절하게 소독한다.

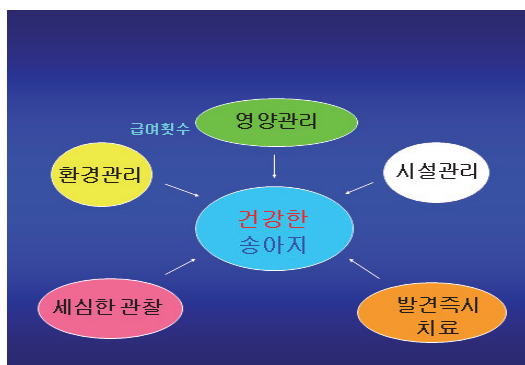
라. 외부구입 송아지의 철저한 관리

외부에서 구입한 송아지는 호흡기 감염 요인이 증가하므로 예방적인 차원에서 이동 7일전에 예방약을 접종하고 구입 즉시 3~4일간의 항생제, 영양제, 해열제 등의 치료가 권장된다. 또한, 합사하기 전에 2~3주간 격리 수용하여 호흡기 증상의 발현 유무를 관찰한 후에 이상이 없으면 우군에 합사하도록 한다.

미국에서는 사양관리가 우수한 2~6개월 송아지에 있어서는 폐렴 발생 목표 관리기준을 10% 이하로 설정하고 있다. 하지만 목장의 여건에 따라서 호흡기질병은 3~30% 정도로 큰 차이를 나타내고 있다. 이러한 질병 발생률의 차이는 송아지 사양관리 즉 사육환경, 면역수준, 계절 및 영양 관리, 백신 접종 여부 등의 요인과 매우 깊은 관계가 있다. 송아지의 사육두수가 많을수록 질병 발생을 높이는 전염원이 단위면적 당 오염도가 점진적으로 증가되며, 감염률은 축사 내에 송아지가 과다 사육된 시간에 비례한다.

따라서 농장에서는 사료 및 물 섭취, 집단생활 등 환경에 대한 적응이 부족한 상태의 신생 송아지의 경우 개별 송아지 방에 사육하고, 이유 후 송아지는 호흡기 질병 감염의 위험을 감소시키기 위하여 송아지의 단위 면적 당 사육두수를 줄이고, 우사를 깨끗이 청소하고 소독하여 질병을 유발하는 감염원을 제거해야 한다. 즉, 송아지를 위생적이고 편안한 사육 환경에서 기르고, 질병의 원인체인 미생물에 대한 노출을 최소화해야 한다.

이와 더불어 적절한 면역 형성을 위하여 출생 12시간 이내에 충분한 양의 초유 급여와 균형적인 영양소 공급이 이루어져야 한다. 송아지 호흡기 질병은 한 가지 요인보다도 다양한 요소가 복합적으로 작용하여 나타난 결과이다. 그러므로 농장에서는 송아지 건강에 대한 세심한 관심과 더불어 환경, 영양 및 시설에 대한 체계적인 관리와 발견 즉시 신속한 치료 등의 종합적인 관점에서 조치가 필요하다(그림 4).



〈그림 4〉 호흡기질병 등 건강한 송아지 관리를 위한 5가지 대책

제3장 젖소의 번식장애 원인 및 예방대책

1. 국내 번식성적 현황 및 문제점

미국에서는 이상적이며 경제적인 번식효율 지표를 <표 1>과 같이 제시하고 있다. 즉, 젖소에서 이상적이며 경제적인 번식효율 지표는 분만간격 380일 이내, 분만으로부터 수태까지의 기간(공태기) 95일 이내, 분만 후 첫 수정일 60일 이내, 분만 후 60일 이내에 발정을 보여야 할 소의 수 85% 이상, 첫 수정시 수태율 70% 이상, 수태 당 수정 횟수 2회 이하, 첫 분만시의 연령 24개월령 이하를 유지해야 하는 것으로 설정하고 있다.

표 1 미국에서의 일반적인 번식관리 지표 및 문제기준

번식지표	이상적인 기준	문제 기준
분만간격	12.5~13개월	14개월 이상
평균 첫 발정일	40일 이내	60일 이상
분만 후 60일 이내 발정이 오는 소의 비율	90% 이상	90% 이하
첫 수정에 이르는 평균 공태일	45~60일	60일 이상
수태 횟 수	1.7회 이하	2.5회 이상
체녀우의 첫 수정률	65~70%	60% 이하
경산우의 첫 수정률	50~60%	40% 이하
3회 이하 수정 시 수태 비율	90% 이상	90% 이하
18~24일 간격으로 발정이 오는 비율	85% 이상	85% 이하
평균 공태일 수	85~110일	140일 이상
120일 이상의 공태우 비율	10% 이하	15% 이상
건유기간	50~60일	45일 이하, 70일 이상
평균 첫 분만일령	24개월	24개월 이하, 30개월 이상
유산율	5% 이하	10% 이상
번식으로 인한 도태 비율	10% 이하	10% 이상

번식지표에서 이상적인 송아지 분만간격을 12.5~13.0개월로 설정하는 이유로는 첫째, 305일의 비유기간이 최고의 유량을 생산할 수 있으며, 둘째, 매년 같은 시간에 분만을 하면 사료를 효율적으로 이용할 수 있으며, 셋째, 일정한 간격으로 분만하면 같은 일령의

송아지를 효율적으로 사육, 관리할 수 있기 때문이다. 또한, 번식지표 중 개체별로는 1산차, 또는 8,000kg 이상의 고능력우는 송아지 분만간격이 12개월을 초과할 수 있겠지만 목장 전체의 분만간격이 14개월 이상이면 관리해야 할 수준이다.

또한, 이상적인 경산우의 수태율을 50~60%로 설정한 이유로는 정상적으로 배란된 난소의 10~15%는 수정이 되지 않으며, 수정된 난자 또는 태아의 초기 사망률이 25~35% 정도 되기 때문이다. 따라서 초산우와 경산우의 첫 수정률이 각각 60%와 40% 이하일 때는 문제가 있는 것으로 판단하고 있다.

하지만 현재 국내 목장의 초산우 및 경산우의 번식성적은 이러한 목표에 미치지 못하는 경우가 대부분이다. 이러한 원인으로는 농가당 착유우의 사육두수 증가로 제한된 인력으로 많은 소를 관리해야 하기 때문에 발정 발견 및 생식기 질병과 같은 번식관리에 투자되는 시간이 짧아지고, 산유량 증가에 따른 영양소 불균형 등이 있다. 이러한 영향으로 국내 젖소 검정 농가를 대상으로 305일 산유량을 기준으로 분만간격을 비교 조사해 본 결과 산유량이 높아질수록 분만 간격이 더욱 길어지는 현상을 볼 수 있었다.

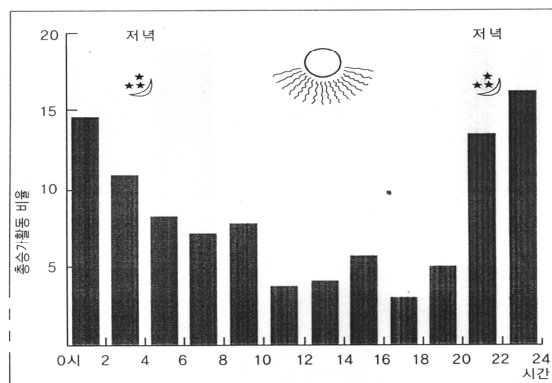
건강한 젖소의 경우에는 분만 후 40일 이내에 자궁과 난소 기능이 정상적으로 복귀되어 발정이 재귀해야 하지만, 고능력우의 경우 저능력우에 비하여 에너지 요구량의 증가와 영양소 공급 불균형 심화로 인한 난소와 자궁의 번식기관 및 간기능 장애, 스트레스 요인 등으로 인한 첫발정 지연, 수정시 수태율 저하로 공태기간이 길어지기 때문이다.

젖소에서 공태기간의 증가는 지속적인 비유 곡선 유지에 부정적인 영향을 줄뿐더러 젖소의 영양 균형 상태 파괴로 인한 과비 등으로 다음 산차에서 질병 발생 가능성이 높아지게 된다. 따라서 경산우의 분만간격이 13개월(395일) 전후에 우유 산유량이 가장 높다는 것과 번식효율 저하에 따른 경제적 손실 비용 등을 고려하여 임신기간 280일을 뺀 기간인 110일 이내에 수태되는 것이 바람직하다. 하지만 국내 대부분의 목장이 445일(14.8개월)로 목표치에 비하여 60일 정도 길다.

2. 번식성적 향상을 위한 조치

1) 세심한 발정 관찰 및 적기 수정

날씨가 본격적으로 서늘해지는 가을철에는 외부 온도가 떨어져 사료 섭취율 향상에 따른 영양 개선으로 체중 증가와 함께 정상적인 번식활동이 회복될 수 있는 시기이므로 발정 발견에 세심한 주의를 기울이고 적기에 수정하여 수태당 종부횟수를 줄이는데 힘을 써야 한다. 일반적으로 분만 후 영양상태가 양호하면 15일을 전후해서 첫 배란이 이루어지고 자궁은 보통 45일 정도 지나면 회복되는데, 번식간격을 단축시키기 위해서 분만 45일을 전후한 기간에 해당 개체를 특별히 관찰하여 발정 발견을 놓치는 일이 없도록 해야 한다. 특히, 하루 중 발정이 개시되는 시기는 저녁 6시부터 아침 6시 사이에 발정활동의 70% 정도가 집중되므로 저녁부터 새벽과 오전에 발정 관찰을 게을리 해서는 안 된다(그림 1).



〈그림 1〉 하루 중 소의 발정증상을 보이는 시간

승가행동 이외의 다른 일련의 발정증상으로는 〈표 2〉에서와 같이 거동불안, 운동량 증가, 식욕감퇴, 외음부의 부종과 발적, 점액이 흘러내리거나 미근부에 부착되는 것이다.

표 2 소의 발정 단계별 증상

발 정 절 정 기	발정초기와 말기의 증상	발정이 있었던 증상
○ 승가를 허용할 때	<ul style="list-style-type: none"> ○ 솟소처럼 승가를 함 ○ 신경질적인 증상을 보임 ○ 공격적으로 돌진함 ○ 질 충혈 ○ 주변을 배회함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식욕결핍과 유량감소 ○ 겹부에 분변이 묻는 등 소가 지저분해져 있음 ○ 꼬리 주변의 털이 거칠어져 있음

하지만 최근 산유량에 중점을 둔 개량에 의하여 국내 젖소의 산유량이 증가되면서 무발정, 미약발정, 배란지연이 많아지고 발정발견의 주요 수단인 승가허용 빈도 및 시간이 점차 줄어들어 발정발견이 점점 어려워지고 있다. 젖소의 발정 지속 시간이 18시간에서 7시간 정도로 점차적으로 감소되어 발정발견의 어려움이 더욱 많아지고 있어 발정 발견을 위한 보조기 사용 등 다양한 노력이 필요하다.

발정관찰의 어려움을 덜기 위해 잠정적 수정 대기기간(분만 후 40일)에 있는 젖소의 미근부에 발정발견 보조기를 부착하면 승가여부를 확인할 수 있어 발정 발견율을 상당히 개선할 수 있으며, 밤중에 발정이 완료되어 관리시간에 발정관찰(승가행위)을 놓치는 상황을 최소화 할 수 있다. 그러나 때로는 발정행위가 아닌 가승가에 의해서도 색이 변하는 경우도 있으므로 반드시 외음부의 변화, 질 점액 분비 등 기타 발정징후를 보고 발정판단을 하여야 한다. 또한, 분만 후 100일 이내에 난소낭종에 기인하는 무발정 소에게 배란동기화법을 적용하여 정상적인 발정을 유도하는 것도 고려되어야 한다.

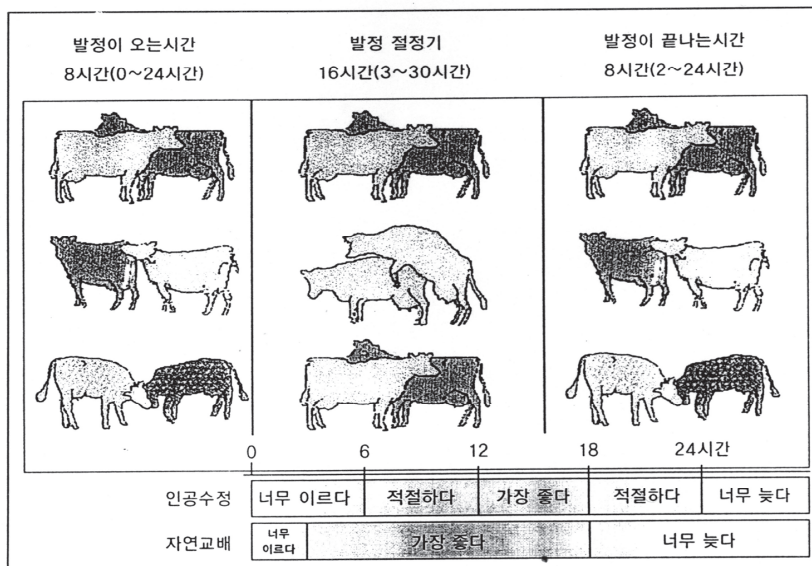
가장 이상적인 번식프로그램 관리는 발정 관찰이 완벽하게 되어 인공수정 실시가 무리없이 실시될 수 있는 것이나, 사육 규모가 증가되고 사양관리의 변화 및 능력개량으로 인하여 발정관찰이 매우 힘든 실정을 고려한다면 미약발정 및 무발정우에 대한 발정 유도는 어느 정도 필요한 현실이다. 현장에서 발정을 잘 확인하기 위하여 호르몬 사용을 통한 발정동기화 방법이 활용될 수 있다.

동기화 방법으로는 여러 가지가 있지만 일반적으로 일괄수태법이 권장되어진다. 즉, GnRH 주사후 7일째에 PGF2 α 를 주사하고 2일 후에 다시 한번 GnRH를 주사하여 인위적으로 배란을 동기화시킴으로써 발정관찰 없이 일괄적으로 인공수정시키는 방법으로 마지막 GnRH 주사 시점으로부터 16~20시간 사이에 인공수정을 실시한다. 이러한 호르몬에 의한 발정동기화 프로그램은 효과적인 번식관리에 도움이 되지만, 소의 상태에 따라서 차이가 있으므로 전문 수의사와 상의하여 목장 여건에 적합한 처리를 실시하는 것이 바람직하다.

또한, 발정증상을 강하게 하기 위하여 톱밥 등 바닥재를 충분히 공급하여 승가활동을 왕성하게 할 수 있도록 도와주어야 한다. 또한, 사육밀도가 높으면 승가행위에 필요한 충분한 공간이 부족하여 발정징후를 나타내기 어려우므로 발정 관찰이 잘 이루어지지 않는 농장에서는 사육밀도에도 신경을 써야 한다.

발정한 소에 대하여 적기에 수정을 실시하는 것이 매우 중요하나 양축 농가에서는 이러한 적기 수정의 시기를 놓치거나 또는 2회 수정으로 수정 비용을 증가시키고 있다. 소에 있어서 인공수정의 적기는 이론적으로 정자와 난자가 만나게 하는 시기이며 보통 배란 수시간 전에 수정을 시키는 것이 최고의 수태율을 얻을 수 있다. 그러나 실제로 배란시간은 발정 종료 후 10~14시간인 것으로 알려져 있다.

그러나 배란시기는 소의 품종이나 또는 같은 품종이라도 개체간에 큰 차이가 있기 때문에 정확한 배란시간을 알아내는 것은 쉽지 않다. 따라서 소의 발정을 기준으로 해서 볼 때 발정이 끝날 무렵에 종부를 시키는 것이 수태율을 높이는 비결이다. 정상적인 소의 발정지속 시간이 보통 12~18시간이기 때문에 <그림 2>에서와 같이 일반적으로 승가 허용(발정 절정기)을 한 뒤 10~12시간 후인 발정 중기 및 후기에 수정을 시키면 수태율이 높아진다(표 3). 그러나 실제로 발정의 시작시간과 끝 시간을 농가에서 정확히 알아내기가 어렵기 때문에 오전에 발정을 발견하면 당일 오후에, 오후에 발정을 발견하면 다음날 오후에 종부시키는 것이 수태율이 높으며 발정발견 후 24시간 이내에 종부를 시키면 수태율에 큰 차이는 없다.



〈그림 2〉 발정 오는 소의 적절한 수정시기

표 3 발정시기에 따른 인공수정시 수태율 비교

구분	수태율
발정 초기	44%
발정 중기(발정 절정기)	83%
발정 후기	75%
발정종료 후 6시간	63%
발정종료 후 24시간	12%

2) 사료 영양 개선 및 급여 관리

하절기 누적된 고온스트레스에 의하여 착유우의 대부분이 영양적으로 에너지와 비타민, 광물질, 물 섭취 부족이 발생하기 쉽다. 특히, 비유 초기 고능력우에 있어서는 분만직후 유량 증가에 의하여 에너지 부족이 더욱 문제될 수 있다. 그러므로 목장에서는 사료 영양소 분석과 우유 중 단백질과 요소태질소(MUN) 농도 분석 및 체점수(BCS; body condition score) 점검을 통하여 젖소의 에너지와 단백질 영양상태를 평가하여 배합비 조정이 있어야 할 것이다.

우유 중 지방과 단백질 비율(fat-protein ratio)은 조사료 및 농후사료 급여비율 또는 에너지 상태의 평가기준으로 널리 알려져 있다. 정상적인 홀스타인 젖소의 유지방과 유단백질의 비율은 1.05~1.34 정도이며, 일반적으로 이 수치보다 높을 경우(1.34 이상)에는 에너지 부족 상태로, 이와는 반대로 유지방과 유단백질의 비율이 1.05 미만일 때에는 에너지 과다상태로 평가한다. 특히, 분만 후 정상적인 유지율 수준보다도 훨씬 높은 4.5% 이상의 유지방 수준은 현재 우유 생산량에 비하여 사료섭취량이 부족하기 때문에 체조직의 분해가 이루어지는 에너지 부족 상태를 의미하며, 이러한 에너지 부족상태가 계속되면 자궁 및 난소의 기능 회복이 지연됨으로 인하여 자궁내막염과 난소낭종과 같은 번식질환 발병 가능성이 증가하고, 난자의 첫 배란까지의 기간이 길어지게 되어 공태기간이 증가하는 것으로 알려져 있다.

따라서 목장에서는 젖소의 난소 기능이 정지하여 발정이 오지 않거나 미약발정을 보인 저수태우에 대해서는 영양 과부족 상태가 개선되도록 사료급여 관리가 필요하다. 특히, 하절기 장기간의 누적된 고온 스트레스로 인한 에너지 부족 문제를 해결하기 위하여 사료섭취를 향상이 필요하다. 일선 현장에서 가장 널리 사용하는 젖소의 영양상태 점검방법은 젖소의 체지방과 근육에 저장된 에너지 양의 평가방법인 BCS 상태를 평가하는 것이다.

농가에서는 최소 1개월 이내의 주기로 개체별로 BCS를 측정함으로써 축군에 대한 전반적인 에너지 균형에 대한 평가를 하여 영양 불균형을 사전에 차단, 번식장애 예방에 큰 도움을 줄 수 있다. 실제 현장에서 BCS의 관리를 효과적으로 적용하기 위해서는 건유 시기부터(또는 비유후기부터) BCS를 체크하며 변화 상태를 관찰하는 것이다. 건유기와 분만 사이 BCS 감소 정도가 이후의 비유 초기 기간 동안의 BCS 회복에 매우 중요한 영향을 미치는데, BCS 감소가 1 이상일 경우가 1 미만에 비해 나중의 BCS 회복이 매우 지연됨을 볼 수 있다(표 4).

표 4 분만 후 체점수(BCS)의 저하와 번식 성적과의 관계

항 목	BCS의 저하		
	0.5이하	1.0 정도	1.0 이상
첫 배 란(일)	20	27	40
첫 발 정(일)	48	42	50
교 배 횟 수(회)	1.4	2.1	2.0
공 태 일 수(일)	75	119	110

따라서 건유기 동안 BCS의 감소가 많이 일어나지 않도록 하는 것이 필요하다. 또한 건유-분만 BCS의 과도한 감소 방지 노력과 함께 비유 초기의 영양관리에 대해 주의를 기울여야 한다. 즉, 분만 후 양질의 조사료와 농후사료의 공급으로 에너지 부족을 최소화 하여야 한다. 고능력우에 분만 초기 건물 섭취량을 증가시키면, 정상 배란을 개시하게 되며, 정상적인 크기의 황체 발육으로 착상호르몬의 생산 능력이 증가됨으로서 수태율의 향상을 기대할 수 있게 된다.

또한, 매일 목장에서 급여하는 사료 중 단백질과 정상적인 체내조직이 분해되어 우유로부터 나오는 요소태질소(MUN)는 사료 중 분해성 단백질과 당, 전분 등의 비구조성 탄수화물과의 균형상태를 반영하는 것으로 알려져 있다. 즉, 사료 중 단백질을 과다하게 급여하거나 상대적으로 비구조성 탄수화물과 같은 에너지 부족시 MUN 수치는 높아지고, 단백질이 부족하거나 에너지가 상대적으로 증가하였을 때 MUN 수치는 낮아진다.

고수준의 단백질 급여에 의한 높은 MUN 수준(18mg/dl 이상)은 황체형성호르몬(LH)의 작용을 저해하여 황체 형성을 억제하고, 성장 중인 수정란에 유독 물질로 작용하여 수태율의 저하를 가져올 수 있으므로 균형 잡힌 사료급여 관리가 될 수 있도록 해야 한다. 비유초기 착유우의 번식효율 저하 문제를 해결하기 위해서는 난포가 성장하고 발육하는데 정상적으로 소요되는 기간이 60일 정도인 점을 감안하여 분만 후 영양관리 뿐만 아니라

건유기 영양관리도 중요하다. 즉, 고비유우의 급격한 유량 증가에 대응해서 분만 전후의 영양 관리를 적절하게 유지하기 위하여 영양소를 다량 함유한 고품질의 조사료 확보가 필수적이다.

또한, 분만 직 후 체중의 급속한 감소를 보충하기 위하여 건물 섭취량을 증가시키는 것도 필수적이다. 특히, 초산우의 경우에는 비유 피크가 분만 후 3주 정도에 도달되며, 경산우에 비하여 사료섭취 시간이 10~15% 정도 더 소요되므로 동일한 시간 내에 초산우는 경산우의 80%의 양을 섭취하게 된다. 또한 초산우는 체격이 작아서 우군서열 스트레스로 인하여 사료 및 음수 섭취와 반추 및 휴식에 있어서 제한적일 수 있다. 초산우를 경산우와 혼합해서 사육하고 사료조에 남아 있는 사료가 없을 경우에는 초산우의 권장 급여량을 섭취하지 못할 가능성이 많다. 서열이 밀리는 소는 영양소 부족에 따른 체지방 분해 증가로 번식장애와 우유 생산량 감소의 원인이 된다. 따라서 분만한 소에 대해서는 1개월 정도 별도의 공간에 사육하여 사료섭취의 문제점을 도와주는 것이 필요하다.

이와 더불어 소의 피모가 불량하고, 번식에 문제가 있는 농가에서는 비타민과 광물질 추가 급여도 고려해 보아야 한다. 특히, 미량 광물질 중 <표 5>에서와 같이 번식에 관여하는 광물질인 코발트, 구리, 망간, 아연, 셀레늄 및 요오드 등에 대해서는 미네랄 블록 등을 통하여 공급하는 것이 필요하다. 이와 더불어 여름철 동안 건유기를 보냈던 소들도 역시 분만 2주전부터 면역체계에 있어서 중요한 역할을 하는 지용성 비타민 A, D, E 및 셀레늄, 아미노산 흡수량을 증가시키기 위한 사양관리 전략이 필요하다.

표 5 번식장애에 대한 미량 광물질의 영향

구 분	칼슘	인	코발트	구리	요오드	망간	셀레늄	아연
무발정/비정상적인 발정		-		-	-	-		-
난소기능부전		-	-		-	-		
난소낭종	-							-
불임	+	-	-	-	-	-		
유산			-		+	-	-	
조산		-			-			
허약한 송아지 분만		-	-		-		-	
기형 송아지 출산					-/+	-		
난산						-		
자궁수축 지연	-							
태반정체	-				-		-	

- 는 부족, +는 과잉시 문제됨

3) 각종 스트레스 요인 제거

젖소는 분만과 분만 후 이어지는 비유와 임신이라는 생리적 스트레스를 포함하여 우사 내의 온도, 습도, 소음 등 사육조건과 영양부족, 사료의 급변, 각종 질병에 의한 발열 및 통증, 호흡곤란에 의한 가려움 등 각종 다양한 스트레스에 직면하게 된다.

만약, 젖소가 이러한 스트레스를 지속적으로 받게 되면 대뇌피질로부터 생성된 신경 전달물질이 시상하부에 작용하여 부신피질자극방출호르몬의 합성 및 방출을 촉진하게 되어 뇌하수체 전엽으로부터 부신피질호르몬의 분비가 증가된다. 이러한 부신피질자극 호르몬은 부신피질로부터 당질코르티코이드(glucocorticoid) 분비를 현저히 증가하게 하며, 이러한 일련의 반응은 시상하부로부터 성선자극방출호르몬의 합성 및 방출이 억제 되기 때문에 난포자극호르몬과 황체호르몬의 억제를 초래하게 된다.

이 두가지 호르몬의 분비가 억제되면 난소기능이 저하되고, 부신피질로부터 분비되는 당질코르티코이드도 난소에 직접 작용하여 난포로부터 에스트로겐(estrogen), 인히빈(inhibin), 황체조직으로부터의 프로게스테론(progesterone), 옥시토신(oxytocin) 등의 합성 분비가 억제된다. 이와같이 젖소가 스트레스에 지속적으로 노출되면 성호르몬의 분비에 일련의 변화가 생겨 생식기능이 저하된다.

특히, 발굽의 이상은 번식에 중대한 영향을 미친다. 예를 들면, 발굽의 일시적인 정도의 통증으로도 발정 행동이 충분히 발현되지 않아 발정 관찰을 실패할 수도 있으며, 지속적인 통증은 뇌하수체 전엽으로부터 성선자극호르몬의 합성 및 방출이 억제됨으로써 무발정 및 수태에 영향을 미쳐 분만간격의 연장으로 이어지게 되므로 연 2회 이상의 주기적인 발굽 삭제가 권장된다. 발굽질병 이외에도 유방염, 유열, 제4위전위증, 지방간 등 모든 질병들이 이러한 이유로 인하여 번식에 부정적인 결과를 초래하기 때문에 낙농가는 번식효율 개선을 위해서 질병관리에도 만전을 기해야 할 것이다.

또한, 스트레스는 번식호르몬 이외에도 생체 면역반응에도 영향을 주게 된다. 즉, 지속적인 스트레스는 당질코르티코이드로부터 면역세포의 기능 억제로 인하여 생체의 질병에 대한 저항성을 감소시켜 자궁 내에 감염된 세균의 증식을 통한 자궁내막염 등을 일으키기도 한다. 따라서 목장에서는 번식을 향상을 위해서 젖소가 스트레스를 받지 않고 편안하게 사육될 수 있도록 우사시설 및 환경관리에 최선을 다해야 할 것이다.

4) 개체별 번식기록 유지와 분만우 및 번식 장애우에 대한 생식기 점검 및 조치

번식성적의 개선을 위해서는 우선 현재의 우군 번식자료 즉, 평균 공태일, 분만 간격, 분만 후 첫 발정시기, 수태까지의 인공수정 횟수 등을 파악해서 목장의 문제점을 찾아내는 것이 중요하다. 그 중에서 발정 관찰, 특히 중요시 되는 분만후의 첫 발정, 미경산우의 수정 전 발정 상황 등을 반드시 기록해야 한다. 번식기록은 목장 관리자의 필요성에 따라 항목을 정하여 기록할 수 있으나, 수의사로부터 규칙적으로 진료를 받는 경우에는 수의사와 상의하여 항목을 정하는 것이 좋다.

일반적으로 조사되는 항목은 분만 일자, 유산 또는 분만시 이상 유무, 후산정체 유무, 발정 일자, 수정 일자, 임신진단 결과, 생식기 상태 및 치료 기록, 유량 등이 포함된다. 기록에 의해 우군의 번식 정보를 정기적으로 정리하는 것은 다음 발정, 수정, 건유, 분만시기 등을 예측하여 그에 따른 적절한 번식관리를 하기 위함이다. 즉, 분만 과정은 매우 짧은 기간에 일어나지만 산후의 우유생산 능력 발휘와 계속되는 번식에 매우 중요한 영향을 미치는 중요한 시기이다. 따라서 매우 세심한 관심으로 분만시 난산의 예방 및 신속한 조치, 분만 중의 생식기 손상 방지 및 산후 영양적인 스트레스를 가급적 완화시키는 조치가 요구된다.

또한, 분만 후 2주간 질 분비물 및 고열이 있는지를 관찰하여 생식기의 감염을 최소화 하기위한 위생관리가 필요하다. 이와 더불어 분만 후 30~40일 이내에 발정이 발견되지 않는 경우에는 번식 검진을 의뢰하여 자궁내막염의 유무를 포함해서 자궁의 회복 상황과 난소의 활동 상태를 확인하고 빠른 시간 내에 수정이 이루어져 임신이 될 수 있도록 관리해야 한다.

분만 후 젖소의 정상적인 난소주기의 재개는 분만 후 자궁의 정상 회복과 밀접한 관계가 있다. 즉, 자궁내막염 및 자궁축농증 등과 같은 자궁 질환과 쌍태 분만, 조산, 유산 등 비정상 분만으로 인한 후산정체는 난소 기능 재개를 지연시켜 수태율 저하를 초래하여 공태기간을 연장시킨다<표 6>.

표 6 분만 또는 분만후의 이상이 임신 및 공태기간에 미치는 영향

질 병	1회 수정후 임신율(%)	공태기간(일)
없음	49	105
난산	43	105
후산정체	42	114
자궁내막염	36	119
난소농종	35	136

따라서 수태율 향상을 위해서는 후산정체에 대한 적절한 조치가 있어야 한다. 후산정체는 보통 분만 후 12~24시간 이내에 후산이 배출되지 않는 상태를 말하며, 후산정체의 발생은 난산, 유산, 영양의 불균형 등과 관계된다. 후산정체가 발생한 소에서는 후산정체 자체보다는 2차적인 자궁염의 발생이 특히 문제가 되는데, 분만 후 후산정체가 있는 소는 후산정체가 없는 소에 비해 자궁내막염의 발생 위험도가 약 6배 증가된다. 이로 인해 초회 수정 기간 연장, 재발정, 수태당 수정 횟수 증가, 분만간격 연장을 초래할 수 있다.

분만 후 자궁내막염은 보통 분만 후 1개월경에 진단되므로 이 시기로부터 치료가 실시되더라도 분만 후부터 임신시 까지의 공태기간을 약 1개월 이상 지연시킬 수 있다. 자궁내막염을 예방하기 위해서는 난산의 방지, 분만 시기의 관리 시설 및 환경의 위생적인 통제가 가장 중요하다. 더욱이 분만 시기 및 비유 초기 동안 소에서는 생리적으로 면역 기능이 저하되어 감염에 대한 저항성이 상당히 약해지므로 산유량이 많은 소의 영양소 부족은 자궁내막염 발생에 더욱 나쁜 영향을 줄 수 있기 때문에 비유량에 맞추어 영양소가 부족되지 않도록 하는 것이 중요하다.

또한, 비유 초기에 케토시스 및 지방간과 같은 에너지 부족형 대사성 질병은 젖소의 식욕 저하를 초래하여 에너지 섭취 부족에 따른 난포 성장 위축으로 인한 번식장애를 일으킨다. 따라서 목장에서는 이러한 에너지 부족에 의한 번식장애 문제해결을 위하여 비유 초기에 젖소의 사료 섭취량을 최대한 높일 수 있도록 노력해야 할 것이다. 이외에도 유열, 반추위과산증, 제4위전위증 등도 비유 초기 사료 섭취율 감소에 영향을 주므로 수태율 향상을 위해서는 이러한 질병에 대한 예방 및 치료 대책이 적절하게 수립되어야 할 것이다. 필요시 후산정체 및 유열 발생 등을 예방하기 위하여 분만 예정 2~3주전에 지용성 비타민A, D, E와 함께 셀레늄 투여도 권장된다.

발정장애나 난소낭종을 비유초기에 겪었던 고능력우, 그리고 산유량이 낮은 젖소에서의 과비로 인하여 자궁이나 번식기관에 지방 축적이 심해지면 장기 공태우가 된다. 장기 공태우의 경우에는 그 원인을 파악하고 그에 상응하는 조치를 취해야 한다. 즉, 에너지 대비 단백질 공급량이 적으면 유량이 정체되어 과잉 에너지가 번식기관이나 기타 장기에 축적이 되므로 비분해 단백질 함량이 높은 사료를 선택하여 급여하면 유량 증가에 의한 체지방 제거에 도움이 될 수 있다.

또한, 비유 중기에 BCS 증가가 급속히 일어나고 유량의 정체, 또는 유량 감소시에는 급여하는 농후사료의 양을 줄이고 보호지방과 같은 고에너지 사료의 급여량을 줄여야만

과비형 장기 공태를 막을 수 있다. 그러나 무엇보다도 비유 초기 발정 장애나 난소낭종을 초래하는 영양적, 수의학적 요인들을 제거해야만 과비형 번식질환을 막을 수 있다. 영양적 요인에 의한 번식장애는 상기 지적한 것들 이외에도 여러 요인들이 복합적으로 작용하여 발생하고 있지만 그 중심에는 건유기 사양관리와 비유초기 조단백질과 에너지 공급 관리가 있다. 특히, 비유초기 에너지 섭취량을 최대한 증가시킬 수 있는 사양관리 방법은 많은 번식문제 해결의 출발점이 될 수 있다.

암소에서 번식장애의 원인은 사양 환경의 불량, 부적절한 사양관리, 영양장애, 미생물이나 기생충 감염, 전신성 질환, 부적합한 교배 등 여러 가지 요인이 복잡하게 관여하고 있다. 따라서 번식장애의 발생을 예방하기 위해서는 이들 요인을 제거하기 위한 종합적인 대책이 필요하다. 즉, 건유기 및 분만 전후, 비유 초기의 적절한 영양공급, 분만우의 위생적인 처치 및 관리, 미경산우 및 경산우의 편안하고 위생적인 사육 환경 유지를 통한 미생물 오염 방지, 철저한 발정관찰 및 적기 수정 등 다양한 전문적인 기술이 요구된다.

이와 더불어 젖소 생식기의 이상 유무를 조기에 확인하고 수태에 부정적인 요소를 제거하기 위한 정기적인 번식검진 업무가 선행되어야 한다. 이러한 번식검진 업무의 최적화를 위해서는 낙농가, 영양사, 인공수정사, 시설관리자, 종축개량 전문가, 수의사 등의 전문가들의 적절한 역할 분담이 중요하지만 그 중에서도 낙농가의 번식에 대한 적극적 개선의지가 가장 중요하다.

제4장 젖소의 유산 원인 및 예방대책

1. 유산의 정의

유산은 정상적으로 분만하기 전에 태아가 자궁으로부터 배출되는 것으로서 일반적으로 임신기간 동안 확인할 수 있는 크기의 폐사 된 태아가 배출되는 것을 말한다. 임신기간 중에 질병 및 사고로 인하여 폐사 된 태아는 임신 초기에는 자궁 내에서 자연적으로 용해 흡수되며, 임신 중기 이후에는 미이라 변성 및 태아침지, 유산을 나타낸다. 정상적으로 착상된 태아의 유산율은 일반적으로 임신된 소의 5% 수준이지만 우군에서 10% 이상의 유산 발생시에는 목장에 문제가 있는 것으로 간주하고 유산의 원인 규명 및 대책이 필요하다.

2. 유산의 원인

젖소에서 유산을 일으키는 원인은 여러 가지가 있으며, 주요 원인으로는 1) 임신된 소를 거칠게 다루었을 때의 물리적 요인에 의한 손상 2) 유전적 또는 염색체 이상에 의한 요인 3) 높은 수준의 에스트로겐이 함유된 사료를 섭취했을 때, 부신피질호르몬 체제를 과다 투여할 때 또는 프로게스테론 호르몬 결핍 등과 같은 호르몬적 요인, 4) 빠르게 성장하고 비료가 많이 된 봄 목장에서 방목된 임신 소에서 질산과 같은 중독성 요인 5) 비타민 A, 셀레늄, 요오드 결핍과 같은 영양적 요인 6) 화학적 약물 또는 독물학적 요인 7) 세균, 바이러스, 원충, 곰팡이와 같은 생식기와 관련된 미생물에 의한 감염성 요인 8) 사양관리 및 기후 변경에 따른 스트레스 요인 9) 췌태, 알러지와 같은 기타 요인이 있다.

젖소에서 유산을 일으키는 요인 중 감염성 요인은 미생물에 의하여 다른 정상적인 소에 지속적으로 전파됨으로 인하여 다른 요인보다도 유산의 피해가 크기 때문에 농가에서는 특별한 관심과 관리가 필요하다. 이러한 감염성 유산의 원인체 중 세균성으로는 브루셀라, 렙토스피라 및 캄필로박터 등이 있으며, 이외에도 산발적으로 코리네박테리움, 살모넬라 및 리스테리아 등이 있다. 바이러스성으로는 소전염성비기관지염(IBR), 소바이러스 성 설사(BVD), 아까바네 등이 있으며, 곰팡이성으로는 아스퍼질러스(*Aspergillus* spp.) 등이 있으며, 원충성으로는 트리코모나스와 네오스포라 등이 있다.

3. 감염성 유산 원인체의 종류 및 특성

가. 브루셀라병

브루셀라병은 주로 *Brucella abortus*에 의해서 생식기관 및 태막의 염증과 유산, 불임 등을 나타내며, 우군의 90% 이상까지 감염시켜 폭발적인 유산을 일으킨다. 우리나라에서의 브루셀라병은 1955년에 처음 검색된 이래 그 이후에도 계속해서 산발적으로 발생되고 있으며, 최근에도 간헐적으로 발생하고 있는 추세이다. 유산태아 및 태막 등에 균이 농후하게 들어 있으며, 우유, 오염된 사료, 물 등에 의한 경구감염이 주 전염원이고, 이밖에 창상 및 결막감염, 유방을 통한 감염, 교미나 인공수정을 통한 생식기 및 태반감염이 가능하다.

이 질병의 잠복기는 3주~3개월이며, 주요 증상은 임신 말기의 유산인데, 유산에 앞서 유방과 외음부 종대가 종종 관찰되며, 질 점막의 결절 및 질루가 분비된다. 숫소들은 고환의 통증과 종창, 무릎 관절의 종창 등을 볼 수 있다. 브루셀라병에 감염된 소들이 브루셀라균에 부분적 저항을 가지기 때문에 초산우와 감수성 있는 소들에서 발생이 많고, 그 이후의 임신에서는 태반에 염증이 있어도 유산되는 예는 드물다.

브루셀라균은 세포 내에 기생하기 때문에 치료가 매우 어려워 개개는 시도하지 않는다. 우리나라에서는 정기적인 브루셀라병 검진에 의해 양성우를 도태시키는 정책을 실시하고 있다. 브루셀라균은 보통 소독약에 쉽게 살균되기 때문에 오염된 축사와 기구, 환축의 배설물 등을 3% 크레졸, 2% 가성소다, 0.1% 승홍 등을 이용하여 소독해야 한다. 또한, 새로 입식되는 동물은 사전에 검사를 실시하여 합사해야 하며, 의양성우, 양성 동거우 및 잠복기 중의 소가 감염원이 될 수 있으므로 소의 이동은 철저히 금지되어야 한다.

나. 렙토스피라병

렙토스피라병은 가늘고 긴 나선모양의 *Leptospira interrogans*에 의해 사람 및 동물에 감염되는 아급성 또는 만성 전염병으로서 보통 유산을 제외하고는 무증상이다. *Leptospira interrogans*의 혈청형에는 200여종이 알려져 있으며, 국내에 분포되어 있는 주요 혈청형으로는 icterohemorrhagiae, canicola, pomona, hardjo 등이 있으며, 항체 양성률은 소에서 약 3~5%이며, 계절적으로 늦여름에서 가을철에 흔히 발생한다.

렙토스피라균은 보균 동물의 신장에 오래 머무르면서 뇨를 통해 배설되는데 이러한 뇨가 이 질병의 주요 전파원이 되며, 설치류는 감염되어도 발병하지 않고 일생동안 균을 배설하면서 가장 중요한 전염원이 된다.

젖소에서 이 질병의 감염경로는 코, 입의 점막이나 눈의 결막, 손상된 피부이며, 분만 및 교미시에도 전염이 가능하고, 태반을 통해 태아에 감염된다. 잠복기는 7~9일이며, 고열,

식욕감소, 빈혈, 혈색소뇨, 황달 등의 증상을 나타낸다. 임신한 가축에 감염시 보통 1~3주 후 임신 말기에 유산이 일어나고, 때로는 불임이 동반되며, 정상 분만이 되어도 허약한 송아지가 태어난다. 치사율은 발병하는 가축의 약 25%로 알려져 있다.

렙토스피라병도 다른 질병과 마찬가지로 정확한 진단에 의한 조기치료가 무엇보다도 중요하다. 급성의 경우에 스트렙토마이신(11mg/kg) 및 페니실린(100,000 단위/체중kg)으로 3일간 계속 치료함으로써 좋은 치료효과를 거둘 수 있지만 만성인 경우에는 지속적인 치료가 요구되고 보균자가 되므로 격리 또는 도태하는 것이 바람직하다. 치료와 더불어 렙토스피라병의 근본적인 전염원인 설치류의 축사 출입을 막을 수 있도록 시설을 현대화하고, 쥐약을 정기적으로 살포하여 축사 주위의 쥐들을 근절시키는데 주력해야 한다.

다. 캄필로박터 감염증

*Campylobacter fetus*의 감염에 의해 조기 태아사 및 불임, 유산 등의 번식장애를 일으키는 질병으로서 이 균은 주로 자연교배나 이 질병에 오염된 정액을 사용하여 인공수정할 때 감염된다. 이 질병의 가장 일반적인 특징은 임신된 것으로 판정되었던 소가 얼마 후에 난소 활동이 재개되어 불규칙한 발정주기를 보이며, 임신 후 4~7개월에 유산을 보이는 것이다. 그러나 태아 크기가 작고 자궁에서 자연 흡수되는 경우가 많아 유산시 태아를 관찰하기는 매우 어렵다.

우리나라를 비롯하여 세계 여러 국가에서 이 질병이 확인되었으며, 감염부위는 생식기에 한정되고, 교배에 의하여 암수 상호에 전파된다. 이 균에 감염된 목장에서 소규모의 유행적인 유산이 발생되나 감염된 소는 짧은 시일 내에 자연적으로 치유되어 임신하게 된다.

치료는 스트렙토마이신, 에리스로마이신 등을 근육 주사하고, 아울러 이 용액으로 포피강을 세정하고, 연고를 이용 포피에 도포한다. 암소는 자궁내막염 치료에 준하여 실시한다. 이 병은 교배에 의하여 전파되므로 자연교배에 이용되는 보균 숫소의 정기적인 검색이 필요하다. 젖소는 이 질병에 감염된 후 몇 달 이내에 면역이 생기므로 대부분 일년 이내에 자연적으로 회복된다. 하지만 이 질병에 노출되지 않는 처녀우나 외부에서 구입된 소로 다시 전파되어 목장에서 지속적으로 문제되므로 자연교배를 하는 목장의 경우에는 숫소에 대한 캄필로박터증 감염유무를 정기적으로 검진해야 한다.

라. 소전염성비기관지염(IBR)

IBR은 주로 소에서 호흡기 질병으로 생각되지만 암소에서는 호흡기 증상이외에 질과 음순에 염증을 일으켜 유산을 일으킨다. 유산은 감염 후 20~45일 뒤에 발생한다. IBR은

주로 기관지 등의 상부 호흡기 계통과, 결막염, 그리고 질, 음순의 생식기 계통에 감염을 일으킨다. 이러한 IBR 바이러스에 노출되면 앞에서 보여준 세 가지 형태를 비롯해서 다양한 임상증상을 나타낸다. 상부호흡기 계통은 모든 연령의 젖소에서 나타날 수 있으며, 주요 증상으로는 고열, 호흡곤란, 콧물, 유량감소 등을 나타낸다.

결막염은 주로 눈 주위 조직이 붉어지고 눈물이 많아지며 각막염이 생긴다. 질, 음순의 생식기 계통에 이 질병이 감염되면 젖소가 꼬리를 들어올리면서 외음부에 고통을 호소하며, 배뇨와 배변 후 꼬리를 오랫동안 들어올리고 있다. 질 검사시 종양이 있고 질 점액에 고름이 섞여 나온다. 유산은 임신 중기에 주로 일어나며, 태아는 사산된 후 2일 이상이 지난 후에 나온다.

이 질병을 예방하기 위한 최선의 방법은 예방 접종을 하는 것이다. IBR 바이러스는 목장에 늘 상존하고 있기 때문에 IBR 감염 우군을 격리시키는 것은 거의 불가능하다. 따라서 일반적으로 생후 6개월 이상의 건강한 처녀우에 대해서 수정하기 30~60일전에 예방 접종하는 것이 권장되고 있다. 하지만 일부 IBR 백신 제조회사에서는 임신우에 사용을 권장하지 않으므로 수의사와 상의해서 설명서에 맞게 사용해야 한다.

마. 소바이러스성설사(BVD)

BVD 바이러스는 호흡기, 소화기, 생식기에 감염된다. 임신우에 감염될 경우 태아가 발육하는 초기에 자궁 내부의 생식기에 영향을 미쳐 유산, 허약한 송아지 출산, 뇌형성 부전, 기타 비정상적인 태아 성장을 일으킨다. 유산 시기는 주로 임신 150일 전후이다. 신생 송아지에서는 호흡기와 소화기에 작용하여 주로 체온상승, 콧물, 설사, 운동실조 등을 나타낸다. 이 질병을 진단하기 위해서는 전문 실험실에 가검물을 의뢰해야 하며, 사전에 예방하기 위해서는 수의사와 상의해서 설명서에 맞게 예방접종을 해야 한다.

바. 아까바네병

아까바네 바이러스가 모기 등 흡혈곤충에 의해서 소에게 전파하는 질병으로서 임신한 소에 감염하여 유·사산 및 신생 송아지의 관절 만곡과 뇌수두증후군을 주요 증상으로 한다. 보통 자연감염 된 소의 경우 평생 면역이 되는 것으로 알려져 있어, 5~10년 주기로 발생하는 것으로 알려져 있다.

국내에서는 1981년에 최초로 보고된 이후 1988년과 1990년에 대유행하였으며 해마다 산발적으로 발생하고 있다. 아까바네 바이러스의 상재 지역은 확실치 않으나 열대지방으로 추정되며 바이러스를 가진 매개체가 바람에 의하여 다른 지역으로 전파된다. 이 질병의 특징은 8월부터 다음해 3월 사이에 수년 간격으로 주기적으로 발생하며 한번 감염된 소는 두 번째 감염시 증상이 없다.

이 질병에 감염된 성우는 특별한 임상증상을 나타내지 않지만 임신우는 임신시기에 따라 특별한 증상을 나타낸다. 즉, 임신 초기에는 태아기형보다는 태아 사망에 따른 흡수, 미이라 태아 형성 등이 발생한다. 임신 중기에는 바이러스 감염에 의한 피해가 가장 전형적으로 보이는 것으로 조산, 유산, 사산을 일으킨다. 임신 후기에는 대뇌수두증과 대뇌결손이 많고, 유산되지 않고 출생한 송아지는 사지나 척추만곡 등 체형 이상을 나타내고 종종 난산의 원인이 된다.

아까바네병은 바이러스성 질병이므로 치료가 불가능하다. 따라서 축사 주변을 잘 소독하여 모기가 서식하지 못하도록 하고, 순화 및 불활화 백신을 모기가 출현하기 전인 5~6월에 접종해야 하며, 초임우에 1차 접종 후 매년 불활화 백신으로 보강 접종해야 한다.

사. 휴잔병

휴잔병은 휴잔(Chuzan) 바이러스의 감염에 의한 바이러스성 질병으로 아까바네병과 유사한 증상을 나타내며 모기에 의해 전염된다. 이 감염병은 아까바네병과 달리 임신 말기에 정상 크기와 체중을 갖고 체형 이상이 없이 태어나는 것이 특징이다. 살아서 태어난 송아지는 젖을 잘 빨지 못하며, 비틀거리고 자주 넘어지거나 선회운동 또는 벽에 부딪치는 동작을 나타낸다. 이것은 대뇌수종과 소뇌의 위축에 의해서 나타나는 증상이다.

이 질병은 1985년부터 1986년 사이에 일본에서 최초로 발생하였으며, 우리나라에서는 1993년 제주도에서 발생이 확인된 후 그 이후에도 지속적으로 발생하고 있다. 이 질병은 주로 가을과 겨울 사이에 허약우에서 주로 발생되며, 동일우에서 재발성이 적고 주로 초임우와 비육우에서 다발하며 2산 이상의 착유우에서는 드물게 발생한다. 이 질병을 진단하기 위해서는 질병의 발생과 유행상황 등 역학적 소견과 바이러스 분리가 필요하다. 현재 이 질병에 대한 치료 및 예방법이 개발되어 있지 않기 때문에 이 질병을 방지하기 위해서는 모기로부터 임신우가 노출되지 않도록 하는 것이다.

아. 트리코모나스병

*Trichomonas fetus*라는 원충에 의한 질병으로서 캄필로박터 감염증과 비슷하게 자연종부 할 때 전파되어 유산이나 불임을 일으킨다. 인공수정을 하면 발병률이 낮으나 만약 이 질병에 감염된 숫소와 자연교배를 하면 불임이 계속될 것이다. 이 질병에 감염된 숫소는 특별한 임상증상을 보이지 않지만 암소는 발정 주기가 불규칙해지고 한번의 수태를 이루기 위해 수정 횟수가 많아지고 임신되더라도 임신 중기에 유산을 나타낸다. 이 질병의 진단을 위해서는 유산된 태아의 체액, 젖소의 질내 점액, 숫소의 정액을 채취해서 원충을 확인하는 것이다. 이 질병을 예방하는 최선의 방법은 감염되지 않는 숫소의 정액을 사용해서 인공수정하는 것이다.

자. 네오스포라병

네오스포라(Neospora) 라는 원충의 감염에 의해 발병되며, 소와 개를 비롯한 산양, 말 등 여러 동물에서 유산을 일으키고 동일한 개체에서 태반감염이 반복되어 나타나기도 한다. 태아는 자궁 내에서 죽어서 흡수, 미이라화, 부패, 사산되기도 하고, 허약한 송아지 분만, 다리나 척추의 기형 또는 뇌수두증 등을 나타내며 주로 임신 5~7개월에 유산을 나타내지만 임신 3개월부터 말기까지에도 유산을 한다. 살아서 태어난 송아지에서는 신경 증상을 보이거나 성장부진 또는 기립불능 상태를 나타내기도 한다.

이 질병은 우리나라에서도 1997년에 최초로 확인되었고, 최근에도 많은 농가에서 지속적으로 문제되고 있다. 이 질병에 감염되어 한번 유산한 젖소는 두 번째에는 유산하는 경우가 드물다. 전 세계적으로 네오스포라병의 치료를 위한 연구는 진행중이지만 아직까지 미흡한 실정이므로 본 질병은 철저한 방역을 통한 예방이 중요하다. 이 질병의 종숙주는 개로 알려져 있고, 분변으로 이 원충이 전파되기 때문에 개나 고양이 및 야생동물의 분변이 사료와 음수에 오염되지 않도록 하고, 유산태아나 태반에 대해서 특별한 관리가 필요하다.

이 질병 발생이 의심되는 농장에서는 혈청검사를 실시하여 확인할 수 있으며, 양성으로 확인되는 개체에 대해서는 치료보다는 도태하는 것이 바람직하다. 그러므로 이 질병이 목장에 유입되지 않도록 사전에 철저한 차단방역을 실시하는 것이 목장의 피해를 줄일 수 있는 최선의 방법이다.

차. 기타

기타 세균성 질병으로 살모넬라병, 리스테리아병, 마이코플라스마병, 바이러스성 질병으로 모기매개 질병인 아이노바이러스 감염증, 파라인플루엔자-3가 있으며, 곰팡이에 의한 감염이 태아의 영양공급 기능을 저하하여 유산을 발생한다. 살모넬라병에 의한 대부분의 유산들은 병적 증상들과 관련 없이 일어난다. 그러나 농가에서는 심한 설사, 이급후증, 점액이나 섬유유주를 포함하는 악취의 분변, 식욕결핍, 증가된 갈증, 산통, 불안감을 갖는 소들을 주목해야 할 것이다.

리스트ের리아병은 *Listeria monocytogenes*에 의해서 보통 성우의 뇌에 감염되어 머리를 누르거나 한쪽의 안면마비, 의기소침, 원형의 순환운동 등 신경증상을 특징으로 한다. 이러한 증상들은 유산과 동시에 일어나기도 하지만 이러한 증상시기와 관계 없이도 발생된다. 유산은 임신 후반기에 일어나며, 유산이후 후산정체, 자궁내막염, 화농성 외음부 삼출물을 포함한다.

4. 유산의 원인체 진단요령

유산의 원인체 진단 성공률은 최대 40% 정도로 매우 낮다. 낮은 진단율의 원인으로는 첫째, 유산을 일으켰던 원인 질병이 몇 주 혹은 몇 달 전에 발생되기 때문이며 둘째, 유산 이후에 더 이상의 특이한 임상증상을 나타내지 않기 때문이다. 또한 임신 초기의 유산 형태는 대부분이 자가 흡수되어 불임으로 나타나기 때문에 유산의 원인체 진단에 많은 어려움이 있다.

표 1 유산시기와 유산의 양상

유산시기	유산의 양상	
	간헐적 발생	폭발적 발생
임신 초기	소바이러스성설사, 트리코모나스병	
임신 중기	캠필로박터감염증	소전염성기관지염
임신 말기	리스테리아병 곰팡이성 질병 코리네박테리움증 살모넬라병	브루셀라병 렙토스피라병 질산중독증*

* 질산중독증에 의한 유산은 빠르게 성장하고 시비가 많이 된 봄 목장에서 방목된 임신 소들이 몇 일 이내 폭발적인 유산의 양상을 나타냄

그러므로 유산의 원인을 진단하기 위해서는 조직적이고 체계적인 접근이 필요하다. 즉 유산을 일으킨 소와 우군에 대해서는 <표 1>과 같이 유산시기와 유산의 양상, 유산발생 과거 몇 달 동안의 임상증상<표 2>, 그리고 목장 우군의 관리사항<표 3> 등을 철저히 종합적으로 조사함으로써 원인체를 규명하여야 한다.

표 2 유산 발생 과거 몇 달 동안의 주요 임상증상

질병	유산전 주요 임상증상
브루셀라병	유방과 외음부의 종대, 현저한 유량감소
렙토스피라병	유산을 제외하고 무증상, 빈혈, 황달, 창백, 발열, 혈액소뇨, 간기능부전
곰팡이성 질병	유산의 전구증상 없음, 피모상태 불량, 혈우병, 간에 진균 감염
리스테리아병	신경증상(순환, 안면마비, 의기소침)
코리네박테리움증	외상성 심외막염, 제4위 궤양, 지간부란, 급성 유방염, 폐렴
질산중독증	유산 전 소들이 복부를 차고 설사, 구토, 호흡곤란 및 과호흡, 청색증
살모넬라병	식욕결핍, 점액이나 섬유주가 포함된 악취성의 심한 설사
소전염성기관지염	가을이나 겨울에 발생, 유산후 설사와 호흡곤란 등 관찰
캠필로박터감염증	유산보다 불임의 형태, 유산 전 점액 화농성의 질루 관찰
소바이러스성설사	임상적 증상이 진단적 가치가 거의 없음
트리코모나스병	불임증, 질벽이 거칠고 주름 잡힌 조직 관찰, 질염, 경관염, 자궁축농증

표 3 목장 우군의 관리사항 점검

번호	점 검 내 용
1	종부 형태(인공수정, 자연종부)
2	유산된 소의 연령, 과거 유산 여부, 발생시기(계절적 경향)
3	예방접종 상황 및 투약시기
4	외부소 구입 여부
5	유산 발생 3개월전부터 농가에서의 질병 상황
6	사료급여 상황(사일리지, 곰팡이 낀 건초 사료의 섭취 유무 등)
7	갈짚의 형태(습하고 곰팡이 난 갈짚 사용 여부)
8	지형적 특성(기후 및 야생동물 접근 상황 등)
9	이웃 농장에서의 유산 발생 상황 및 접촉 여부

유산의 원인체를 정확하게 밝히는데 있어서 무엇보다도 중요한 것이 실험실 검사이다. 따라서 농가에서는 유산 발생시 적절한 방법으로 시료를 채취하고 보관하여 농림축산 검역본부를 비롯한 전국의 동물위생시험소 등을 이용하여 가검물을 의뢰하여야 한다. 가검물의 오염을 최소화하기 위하여 태반 및 유산 태아 전체 또는 장기와 유산한 개체의 혈청을 냉장상태가 유지되도록 보관한 다음 검사기관에 보내야 한다. 시료는 신선한 상태에서 무균적으로 채취되어야 하며 감염성 유산 관련 질병을 진단하기 위한 검사 재료는 <표 4>와 같다.

표 4 감염성 유산 관련 질병을 진단하기 위한 가검물

가검물	가검물의 양
위내용물 및 흉수	1~3ml 멸균주사기
폐장, 간장, 신장, 비장, 뇌	장기의 1/4~1/2
감염된 태반	1~2개
혈청 또는 복강액, 모체의 혈청	1~3ml 멸균주사기
질분비물, 태아	

5. 유산에 대한 예방 및 관리대책

임신된 소의 10% 이상에서 유산이 발생되고 있는 목장에서는 유산의 원인을 정확하게 밝혀야 할 것이며, 유산 피해가 많지 않은 목장에서도 감염성 유산에 대한 질병관리를 위하여 예방약 접종, 인공수정, 위생관리 수준 향상, 질병 발병시 신속한 조치 및 치료 등이 필요하다.

캠필로박터 감염증, 트리코모나스병 등과 같이 자연교배 또는 인공수정에 의해 전염 되는 첫 번째 유형은 종모우에 대한 정기적인 검사 및 인공수정으로 이 질병을 예방해야 한다.

둘째, 브루셀라병, 렙토스피라병, IBR, BVD 등과 같이 젖소의 다른 기관에 감염된 뒤 생식기에 감염되는 질병의 유형은 외부에서 소를 구입할 경우에는 구입하려는 목장의 유산 발생 상황 등을 확인하여 구입하거나, 실험실 검사를 실시한 후 구입하고, 구입한 후에도 2~3주 동안 격리사육을 실시하여 오염원을 철저하게 차단해야 할 것이다. 또한 목장에서 사육 중인 육성우 및 착유우를 대상으로 최소 6개월 간격으로 유산 원인 질병에 대한 정기적인 검사가 필요하다. IBR, BVD, 아까바네병과 같은 바이러스성 질병은 적절한 예방접종을 실시하여 이 질병을 관리해야 한다(표 5).

셋째, 코리네박테리움증과 같이 다양한 종류의 기회세균에 의해서 생식기에 염증을 유발하는 경우, 또는 폐렴과 같은 질병과 셀레늄 결핍과 같은 영양학적 장애에 의한 유산 형태는 목장의 사료 및 일반적인 위생관리 수준을 향상시켜 이러한 질병이 발생하지 않도록 사전에 철저한 준비가 있어야 한다.

표 5 유산을 유발할 수 있는 질병의 진단시료 및 백신 유무

질병명	진단 시료	백신	일반적 발생시기
브루셀라병	혈액, 태아와 태반	있음	임신 7~9개월
렙토스피라병	혈액, 태아와 태반	있음	임신 7~9개월
캠필로박터 감염증	태아와 태반, 자궁배출물, 질점액	없음	임신 2~6개월과 수정란 사망
트리코모나스병	태아, 질 배출물, 숫소의 정액	없음	임신 2~6개월
소바이러스성설사	혈액, 태아와 태반	있음	일정하지 않음
소전염성기관지염	혈액, 태아와 태반	있음	임신 7~9개월
네오스포라병	혈액, 뇌조직	없음	임신 5~7개월
마이코플라스마병	태아와 태반	없음	임신 7~9개월
리스테리아병	태아와 태반	없음	임신 6~9개월
살모넬라병	태아	없음	임신 6~9개월
파라인플루엔자3형	출혈	있음	일정하지 않음
유레아플라스마감염증	질 도포	없음	일정하지 않음

제5장 젖소의 대사성 질병 원인 및 예방대책

1. 에너지 대사와 관련된 질병

가. 과비우 증후군(Fat cow syndrome)

과비된 젖소는 유열, 케토시스, 제4위전위, 태반정체, 자궁내막염과 같은 대사성 질병에 걸리기 쉬우며, 심할 경우에는 폐사할 수도 있다. 과비우 증후군의 문제를 일으킬 수 있으므로 비우 말기에 체점수를 감소시킬 수 있도록 사료급여 전략을 세워야 한다. 즉 건유 예정 3개월전에 젖소의 체점수 상태를 파악하여 건유기에 3.5정도의 체점수가 유지될 수 있도록 관리되어야 한다. 이와 같이 비우 말기에 적절한 체점수로 유지될 수 있도록 조절하는 것이 젖소의 심각한 과비를 예방할 수 있다.

한편, 이러한 균형 잡힌 체점수 조절은 건유기에 비하여 비우 말기에 효율적으로 이루어질 수 있으므로 건유기에 체지방 점수가 3.5정도가 되도록 유지하는 것이 과비우 증후군의 발생을 최소화 할 수 있는 지름길이다. 한편, 분만시 과비되어 있는 개체들은 과비우와 관련된 질병에 걸릴 확률이 크다. 과비우 증후군과 관련된 임상 증후는 식욕저하, 케토시스, 유량감소, 유열 발생증가, 그리고 분만 문제 등을 들 수 있다. 또한 후산정체, 자궁염, 유방염, 제4위전위 등도 과비에 의해 일어날 수 있다. 따라서 농가에서는 비유기 동안 젖소의 체점수를 잘 관찰하고 건유에 들어가기 전에 너무 과비되지 않도록 하고, 건유우가 너무 살찌지 않도록 한다. 또한 에너지 함량이 높은 옥수수 사일리지의 급여량을 제한하는 것이 필요하다.

나. 지방간 증후군

지방간은 눈에는 보이지는 않지만 자주 케토시스와 함께 나타난다. 지방간의 외부적인 증상은 보이지 않지만 지방간이라는 것을 확인하기 전에 소가 죽을 수도 있다. 지방간의 발생 경로는 먼저 에너지의 부족으로부터 시작된다. 즉, 체내 에너지가 부족하면 에너지를 보완하기 위하여 젖소는 체지방으로부터 에너지를 이용하기 위하여 지방조직이 분해되어 비에스테르화 지방산이 혈액을 통하여 전신으로 공급된다. 사용하고 남은 비에스테르화 지방산은 간으로 모여서 일부는 케톤체로 만들어져 방출되고, 나머지는 간에 지방으로 축적되어 지방간이 발생된다.

이와 같이 지방간은 에너지 부족 상태에서 분만을 전후로 하여 케토시스와 같은 다른 대사성 질병과 함께 발생하기 때문에 진단과 그 치료가 매우 어렵다. 지방간에 걸려 있는지

알 수 있는 방법은 분만 2~3주 전의 젖소나 분만 직후의 젖소가 케토시스 치료에 아무런 반응이 없는 것이다. 또한 혈액검사만으로 지방간을 진단할 수 있다. 비에스테르화 지방산 수준의 증가는 에너지 부족 상태를 예측할 수 있기 때문이다.

지방간 증후군의 예방은 젖소의 관리로부터 시작된다. 즉, 350일 이상 착유를 하는 개체는 몸에 지방을 축적하게 된다. 이렇게 착유기간 중 지방을 축적하여 체점수가 높아지는 경우 건유를 시켜야 한다. 건유기간 중에 젖소의 살을 빼는 것은 분만 후 지방간 증후군의 발생을 촉진시킬 수 있다. 따라서 건유시 체점수는 3.0~3.5가 되도록 해야 하며, 건유초기 사료의 정미에너지는 0.60~0.64Mcal 정도로 맞춰 주어야 한다.

또한 젖소의 분만이 가까워졌을 때 식욕을 최대한 해주기 위해서 건유기간 중에 사료 섭취량을 높게 유지해 주어야 한다. 이를 위해서는 사료 내 적절한 에너지 함량이 필요하다. 만약 젖소가 계산한 것보다 더 많은 양의 사료를 섭취한다면 급여하는 사료의 에너지 함량을 감소시켜 체중의 증가를 막을 수 있다. 그러나 섭취하는 사료의 양을 제한해서도 안 된다. 착유우군과 마찬가지로 건유우들도 건유기 전반에 걸쳐 사료를 항상 접할 수 있어야 하며, 분만 2주전에 도달하면 사료의 정미에너지 함량을 0.73~0.74Mcal 정도로 높여준다.

이 시기에는 자궁 내 송아지 에너지 요구량이 급격히 증가하는 반면에 어미의 식욕이 감소되고 분만 전까지 에너지 부족 상태에 놓일 수 있다. 따라서 건유 초기의 사료 섭취량과 동일한 양의 사료를 섭취할 수 없으므로 급여하는 사료의 에너지 함량을 증가시킴으로써 사료 섭취량이 감소되는 만큼 손실된 에너지 요구량을 맞출 수 있다.

그리고 분만 직전에는 다른 젖소들과 경쟁하지 않고 사료를 먹고 싶을 때 언제든지 먹을 수 있도록 양질의 신선한 사료를 준비하고, 깨끗하고 안락한 휴식장소를 제공한다. 또한 깨끗하고 신선한 물을 쉽게 이용할 수 있도록 항상 준비하며, 분만 전 사료섭취를 제대로 하는지를 점검해야 할 것이다.

분만 후에는 젖소가 우유 생산량에 맞는 에너지를 섭취하는지 관찰해야 한다. 이때의 에너지 함량은 0.77~0.79Mcal 정도가 적당하다. TMR 사료를 급여하는 목장의 경우에는 분만우에게 항상 신선한 사료를 섭취할 수 있도록 해야 하며, 조사료와 농후사료를 분리 급여하는 경우에는 총 건물 섭취량을 증가시키기 위해 조사료를 먼저 급여하고 농후사료는 소량씩 나누어서 여러 번 급여해 주어야 한다.

만약 농후사료를 먼저 급여하게 하면 젖소는 충분한 에너지를 섭취하게 됨에 따라 조사료의 섭취를 피하게 된다. 이렇게 사료의 급여순서를 결정하는 것도 지방간 증후군을 예방하는데 도움이 된다. 이와 같이 지방간 증후군의 위험을 피하기 위해서는 무엇보다도

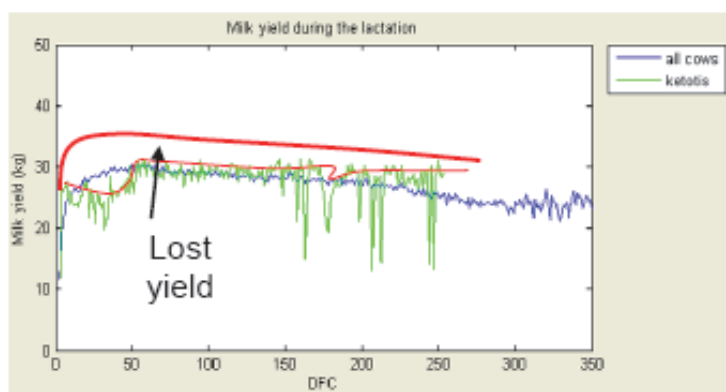
변환기, 건유기, 비유초기 각 단계별 적절한 에너지 함량을 갖는 사료를 급여하는 것이 무엇보다도 중요하다.

한편, 체점수가 3.75이상이거나, 분만 전후 식욕이 떨어진 젖소, 3산 이상의 나이 많은 젖소는 지방간 증후군에 노출될 위험성이 크다. 이러한 개체들은 건유 말기 사료와 비유 초기 사료에 나이아신을 첨가해 주면 젖소 체지방의 분해를 막아주어 지방간 증후군에 걸릴 위험성이 줄어든다. 외국의 연구자료에 의하면 건유 말기 사료와 비유 초기 사료에 일일 6~12g 정도의 나이아신을 첨가하거나 프로필렌 글라이콜을 건유말기와 비유초기 사료에 1일 113~225g 정도 첨가하면 체지방 분해를 억제하여 지방간 증후군을 예방할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같이 건유, 분만우의 사양관리와 영양관리 그리고 사료 첨가 등의 방법으로 우군 내에 지방간 증후군 발생을 최소화 할 수 있다.

다. 케토시스

① 케토시스의 원인 및 발병기전

케토시스는 주로 젖소에서 분만 후 처음 2개월 동안에 산유량 증가에 비하여 상대적으로 사료 섭취 부족에 의한 심한 에너지 부족에 의하여 식욕부진, 우유 생산량 감소(그림 1) 및 체중 감소, 면역력 저하, 번식문제 등의 임상증상을 수반하는 질병이다. 케토시스는 보통 고능력우에서 분만후 10일부터 60일 사이에 발생한다.



〈그림 1〉 정상우와 케토시스 발병우의 비유단계별 우유생산량 차이

대부분의 고능력우는 비유 초기에 높은 우유 생산과 낮은 건물 섭취로 인하여 혈액 중 포도당 농도가 낮아져 젖소는 부족한 포도당의 공급 차원에서 체내에 축적되어 있는 많은 양의 체지방이 간에서 포도당으로 전환되어 우유 생성 등의 에너지원으로 활용됨으로써 문제가 발생된다. 즉, 사료로부터의 정상적인 에너지 섭취가 심하게 부족하면 간에서 체지방

에서 포도당으로 전환되는 속도보다도 더욱 빠르게 지방이 이동하게 되어 일부는 간에 지방이 축적되며, 혈액 중에는 지방의 불완전한 이용으로부터 나오는 대사산물인 케톤체(ketone bodies; acetone, acetoacetic acid, beta-hydroxy-butyrate)가 지속적으로 생성되어 높은 상태로 축적된다. 이러한 상태를 케토시스라 정의한다.

그리하여 외국의 많은 연구자들은 비유 초기 고능력우는 항상 케토시스에 걸려있는 상태이거나 걸리기 직전 상태에 있는 것으로 보고하고 있다. 국내 목장에서조차 젖소 개량에 의하여 젖소의 비유능력이 지속적으로 향상되었지만 상대적으로 사료가격 상승 등에 의하여 양질의 조사료 및 배합사료의 공급제한으로 인해 케토시스 발병 가능성이 더욱 높아지고 있는 실정이다.

케토시스 발병시 혈액, 뇨 및 우유를 포함하여 체액에 케톤체가 지속적으로 증가하고 있으나, 임상증상을 수반하지 않는 상태를 케톤혈증이나 케톤뇨증으로서 준임상형 또는 잠재성 케토시스라고 정의한다. 준임상형 케토시스 상태에서 영양 장애나 다른 요인이 가해지면 임상형 케토시스로 진전하게 된다. 외국에서는 준임상형 케토시스 발병률을 10~30% 정도로 보고하고 있다.

젖소에서 케토시스의 발병 원인을 원발성(primary)과 속발성(secondary)으로 구분한다. 사료의 급여 부족에 기인하는 저영양성 케토시스, 케톤 전구물질인 낙산 사일리지(Butyric acid silage) 과다 급여에 의한 식이성 케토시스, 고능력우에 발생하는 특발성 케토시스가 원발성 케토시스에 해당된다. 이에 반하여 속발성 케토시스는 간 장애, 비만, 내분비 이상, 제4위전위증(케토시스 발병우는 정상우에 비하여 제4위전위증 발병 가능성이 9배 높음), 과산증 등의 소화기 장애, 광물질 결핍 등의 합병증으로 식욕 부진 또는 식욕 중지에 의하여 수반되는 에너지 부족 상태를 말한다.

케토시스는 위와 같이 매우 복잡하고 다양한 원인에 의하여 발생한다. 하지만 목장에서 케토시스 발생의 가장 주요한 원인은 사료 중의 탄수화물 부족이나 지질의 과잉에 의한 대사이상, 농후사료의 과다급여 및 낙산 사일리지(목초)의 과다 급여에 의한 제1위 내의 이상 발효, 임신, 분만, 고능력우의 비유량 증대 등의 생리적 스트레스에 대한 부신피질 기능장애 및 간 기능 저하 등에 의하여 에너지원으로서 지방의 이용이 불안정하여 나오는 대사산물인 케톤체(아세톤, 아세토초산, 베타하이드록시 뷰티레이트)가 형성되어 포도당 조절 기능이 억제되기 때문이다. 특히, 이러한 요인 중에서 케토시스 발병 가능성을 높게 하는 첫 출발점은 건유기 과비에 따른 분만 후 식욕저하이다.

이외에도 분만 후 스트레스에 따른 식욕저하, 분만우에 너무 많은 조사료 급여, 비유 초기 농후사료 급여량 감소 또는 장기간 저영양 사료의 급여, 발효가 제대로 되지 않은 사일리지 또는 케톤 전구물질이 함유된 콩과 식물 사료 및 낙산이 높은 수준으로 함유된

목초 사일리지의 급여, 갑작스런 사료변경, 사료 내에 단백질 또는 황 함량의 부족, 대사성 질병(지방간 증후군, 태반정체, 유방염, 자궁내막염, 난소낭종, 제4위전위증) 등에 의하여 직접 또는 간접적 원인에 의한 다양한 사료 섭취량 저하가 케토시스 발병의 요인이 된다.

② 케토시스의 임상증상 및 진단

케토시스에 걸린 소는 식욕 저하와 원기소실이 인정되나, 식욕이 정지되는 것은 적고, 농후사료는 거부하고 조사료는 비교적 잘 먹는다. 하지만 식욕감소에 의하여 우유 생산량과 체중은 빠르게 감소되어 급격히 수척해진다<그림 2>. 쇠약 증상은 분만 후 2주 전후에 잘 나타난다. 제1위의 반추 운동은 식욕이 저하됨과 동시에 감소하며, 위 운동이 소실된다. 분변은 일반적으로 딱딱하나(변비) 설사가 발생하기도 하고, 호흡시 또는 분변에서 아세톤 냄새를 나타내는 소화기형 케토시스 증상을 나타낸다.



<그림 2> 식욕감퇴에 의하여 급격하게 수척해진 케토시스 발병우

이러한 상태가 장기간 진행되면 식욕 및 유량감소 이외에 이갈이, 전신경련, 광폭, 유연(침 흘림), 시력 소실과 이상보행을 나타내며, 개장 또는 교차자세를 나타낸다. 증상이 심하게 되면 근육의 경련, 광폭, 사경(목을 비스듬하게 S자 형태로 돌리는 자세), 안구진탕(눈을 돌림) 등의 증상이 나타난 이후 후구마비, 혼수상태로 되어 폐사하기도 하는 신경형 케토시스 임상 증상을 나타낸다<그림 3>.

또한, 속발형 케토시스(신경형 케토시스)에서의 임상증상은 위에서 언급한 증상 이외에 각종 질환의 증상이 발현하기도 한다. 이에 반하여 특별한 임상증상이 없이 발병하는 잠재성 또는 준임상형 케토시스로 진행될 수도 있다. 고능력우에서 준임상형 케토시스는 일반적으로 비유 초기에 나타나며, 경산우에서는 지방간이 존재하는 상태에서 분만 스트레스 및 식욕저하를 나타내어 우유 생산량이 감소한다.



〈그림 3〉 젖소에서 케토시스의 발병기전 및 임상증상의 진행단계

케토시스 발병 위험이 높은 시기는 분만 후 첫 한 달간이지만 가장 취약한 시기는 분만 후 약 2주 정도가 지났을 때이다. 그러므로 농장에서는 준임상형 케토시스가 임상형으로 진행되는 것을 막기 위해서 이 시기에 정기적인 진단이 이루어져야 한다. 케토시스의 진단은 보통 분만 후 2~4주 시기에 식욕감퇴와 기본적인 임상증상으로 용이하게 추정 가능하다. 하지만 케토시스의 임상증상은 매우 복잡하기 때문에 확일적으로 진단하기에는 한계가 있다. 그러므로 케토시스 진단시에는 분만일, 사료 공급, 비유 상황 및 임상증상 등의 소의 이력사항과 케톤증 및 저혈당 등의 실험실 검사 소견 등을 종합적으로 고려해야 한다.

③ 케토시스 진단을 위한 우유 중 아세톤 및 베타하이드록시 뷰티레이트(BHB) 검사

비유초기 우유 생산량이 증가하고 사료섭취량이 감소할 때 일반적으로 순환기 내에 케톤체가 생성된다. 케톤체는 지방조직의 중성지방이 분해되어 생긴 유리 지방산이 혈중에 방출되어 간으로 들어와 베타(β) 산화되어 생성된다. 케톤체는 아세토초산, 아세톤, 베타하이드록시 뷰티레이트를 총칭해서 부르며, 혈액, 뇨 및 우유 등에 존재한다. 우유 중에는 아세토초산은 미량 분포하고, 베타하이드록시 뷰티레이트와 아세톤이 안정적으로 분포되어 있다.

케토시스 발병시 체액에 케톤체가 증가하고 있으나, 임상증상을 수반하지 않는 상태를 케톤혈증이나 케톤뇨증으로서 준임상형 또는 잠재성 케토시스라고 정의하며, 보통 혈액중에서 베타하이드록시 뷰티레이트 농도가 1.4mg/dl(1400umol/L) 이상일 때 준임상형 케토시스에 걸린 것으로 판정한다. 이에 영양 장애나 다른 요인이 가해지면 임상형 케토시스로 진전할 가능성이 매우 높으며, 혈액 중에서 베타하이드록시 뷰티레이트 농도가 2.0mg/dl(2000umol/L)와 3.0mg/dl(3000umol/L) 정도일 때 유량 감소와 임상형 케토시스를 나타내는 것으로 보고하고 있다.

캐나다 겔프대학에서 조사한 자료에 의하면 케토시스 치료 받지 않은 우군 중에서 비유 개시 9주 동안 약 41%의 케토시스 발병우에서 베타하이드록시 뷰티레이트의 혈액 농도가

최소 1.4mg/dl 이상인 것으로 보고하였다. 이는 분만 후 첫 2주간의 착유기간 동안 10두 중 2두에서 케토시스가 발병한 비율과 같다. 분만 후 약 1주일간은 준임상형 케토시스가 발생할 수 있는 위험기간이다. 혈액 내 베타하이드록시 뷰틸레이트가 케톤체 중에서 가장 안정된 것이지만 젖소가 섭취하는 사료의 변화에 따라 가장 쉽게 변화하므로 이 검사를 하고자 할 때는 동일한 시간에 모든 시료를 채취해야 한다.

야외 현장에서 채액으로부터 케톤체 검사는 화학적 반응 원리를 이용한 dipstick 형태로 흰색에서 분홍색이나 보라색으로 변하는 색깔로 판정한다. 뇨에서의 케톤체 농도는 채액, 혈액, 우유 중의 농도보다는 3배 이상 높게 함유되어 있어 이러한 검사법에 좀 더 적합한 것으로 보고되고 있다. 이러한 케톤체 검사법은 준임상형 케토시스를 놓치는 경우는 많지만 잘못된 양성 판정을 하는 경우는 적은 것으로 알려져 있다.

최근 우리나라를 포함하여 네덜란드, 캐나다, 프랑스, 독일, 벨기에, 스위스, 이탈리아, 미국, 폴란드, 뉴질랜드 등에서 젖소 유점검 사업으로 널리 활용되고 있는 FTIR(Fourier transform infrared) 방식의 분광분석기(spectrometry)를 통하여 우유 중 아세톤(acetone) 및 베타하이드록시 뷰틸레이트, 지방/단백질 비율의 농도를 측정하여 케토시스 진단에 스크린 검사로 활용되어 우유 중 BHB 농도가 0.2mmol/L(2.0mg/dl) 이하는 건강한 소로, 0.2mmol/L 이상인 경우에는 케토시스 발병우로 예측하고 있으며, 아세톤은 0.25mmol/L 이상일 때 케토시스 발병우로 예측하고 있다.

이러한 장비를 이용하여 네덜란드의 한 목장에서 비유초기 젖소 69두(초산우 20두, 경산우 49두)를 대상으로 일주일 간격으로 분만 후 1주부터 9주까지 우유 중 acetone, BHB 및 지방/단백질 농도를 측정하였다. 그 결과 이들 소의 평균 유량은 39.2kg(표준편차 8.2kg), 지방은 4.61%(표준편차 0.75%), 단백질은 3.22%(표준편차 0.27%)이었으며, 우유 중 BHB 농도는 23umol/L, 아세톤은 70umol/L를 나타내었다. 이 목장에서의 주별 케토시스 발병율은 2.9~13.0%(평균 7.1%) 인 것으로 조사되었다.

목장에서 우유 중 BHB 농도 측정 이외에 체내 에너지 부족에 의하여 우유 중 성분을 분석하면 정상적인 지방과 요소태질소 수준보다는 훨씬 높고, 단백질과 유당은 정상보다 낮게 나타난다. 그리하여 비유 초기 젖소의 우유 중 지방과 단백질의 농도 차이가 1.25% 이상인 경우에는, 특히 체지방 동원에 따른 정상적인 유지방 수준보다도 훨씬 높은 5.5% 이상인 소에서는 케토시스 발병 가능성이 있는 것으로 판정하고 있다.

④ 케토시스에 대한 치료 및 예방 대책

케토시스의 효과적인 치료를 위해서는 우선 발병우에 대한 원발성과 속발성 케토시스의 감별이 필요하고, 그에 따른 적절한 치료가 필요하다. 원발성 케토시스의 경우에는 분만 전후 스트레스에 의한 에너지 부족에 의해서 나타나는 질병이므로 에너지 보충을 위해 포도당과 혈당 전환을 촉진하기 위한 부신피질호르몬제 투여 등이 필요하다. 즉, 25% 또는 50%의 포도당액 0.5~1리터를 일일 1~2회 정도 정맥 주사하여 혈당치를 높이거나, 포도당원성 물질인 프로필렌글리콜(propylene glycol), 글리세롤(glycerol), 프로피온산(propionic acid) 등을 경구 투여하여 혈당을 높이도록 한다.

중증의 경우에는 글루코코티코이드제제인 텍사메타손(dexamethasone) 10mg을 2회 정도 주사하도록 한다. 글루코코티코이드의 투여에 반응을 나타내지 않는 소에 대해서는 지속성 인슐린인 프로타민 아연화물 120~300IU를 피하로 1일 1회 주사한다. 신경형 케토시스의 경우에는 포도당 투여와 더불어 글루크론산 칼슘의 동시 투여가 권장된다. 또한, 비만에서 유발되는 비저혈당성 케톤증의 경우에는 5~25% Xylidol액 500~1,000ml를 1일 1~2회, 2~3일간 단독 혹은 포도당과 동시 투여하도록 한다.

또한, 케토시스가 발병하게 되면 제4위전위증이 발생할 확률이 높으므로 제4위전위증 여부도 점검해야 하며, 제4위전위증의 경우에는 외과적 수술과 더불어 포도당 주사 등의 조치가 필요하다. 장기간의 식욕부진을 보인 경우에는 지방간이 병행되므로 간기능강화제, 포도당, 아미노산, 비타민 B12 제제, 식욕촉진제 등을 병행하여 투여하고, 1주일간의 집중적인 치료 후에도 증상의 호전이 없으면 예후가 좋지 않으므로 도태도 신중하게 검토해 보아야 한다.

케토시스는 반추위무력증, 과산증 등으로 인한 제4위전위증, 열사병, 유열 등 모든 식욕부진을 일으키는 병의 속발증으로 오게 되는 경우도 있다. 이때에는 원인 질병에 대한 수술 또는 약물 투여를 통한 원인 치료가 필요하며, 이러한 조치에 케토시스는 쉽게 호전될 수 있다.

라. 태반정체(후산정체)

젖소에서 분만 후 후산이 나오지 않는 것은 흔히 볼 수 있지만 적절한 사양관리가 이루어진다면 10% 이하의 태반정체 발생률을 유지할 수 있다. 태반정체 후 발생하는 불임증은 자궁수복의 지연과 불임의 가장 큰 원인중의 하나인 만성 자궁내막염에서 기인된 것이다(표 1). 대부분의 젖소에서 가장 중요한 경제적 손실은 유량감소와 수태율 저하이다. 태반정체의 예방이 이러한 문제해결의 주요한 열쇠이다.

한편, 태반정체의 직접적이고 간접적인 발생의 원인이 헤아릴 수 없을 정도로 많기 때문에 태반정체의 정확한 원인을 찾는 것은 매우 어렵다. 하지만, 이 질병을 예방하기 위한 가장 적절한 방법은 젖소의 영양상태를 건강하게 유지하는 것이다. 즉 건유기 45~60일 동안 균형적인 건유기 사료급여와 적절한 운동, 그리고 청결하고 건조하면서 편안한 분만사를 갖추는 것이다. 또한 분만시에는 자궁을 적절하게 소독 및 세척을 실시하여 태반정체를 최소화시킬 수 있도록 해야 한다.

표 1 후산정체 발생에 따른 기타 질병 발생률 증가

질병	증가율
제4위전위	3.6 ~ 7.0배
유 방 염	3.0 ~ 5.4배
케토시스	3.4 ~ 16.4배
자 궁 염	4.6 ~ 153배

또한, 비타민 A와 D 그리고 셀레늄 결핍이 태반정체를 가져올 수 있으므로 이러한 광물질과 영양소가 결핍되어 있다고 판단되면 수의사의 지시에 따라 분만 8주 전에 이러한 제제를 주사하는 것이 바람직하다. 특히 후산정체의 빈도가 우군 내에서 10% 이상이라면 셀레늄-비타민 E 제제를 주사하면 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

미국 오하이오주립대학의 연구에 의하면 사료 내 셀레늄의 함량이 낮을 때 분만 3주 전에 비타민 E 680IU, 셀레늄 50mg을 주사한 결과 후산정체의 빈도는 낮아졌지만 정상적인 발생 빈도 이하로는 기대하기 어려운 것으로 보고되고 있어 태반정체를 줄이기 위해서는 영양적인 측면 이외에 젖소의 위생 및 질병상태, 그리고 외부 환경적인 요인 등 다양한 측면들이 검토되어야 할 것이다.

마. 불임

불임은 소가 너무 마르거나 과비 되었을 때 발생할 수 있다. 한편, 우군에 적절한 영양공급을 하는데도 계속해서 불임이 발생된다면 영양적인 이외의 다른 요인을 고려해 보아야 한다. 일반적으로 너무 비만한 소는 분만 후 태반정체, 자궁내막염, 낭종성 난소와 같은 문제를 일으킬 수 있으며, 너무 마른 소는 분만 후 30~40일에 정상적인 발정이 와야 하는데 이보다 훨씬 늦게 발정이 오므로 번식문제를 일으킬 수 있다.

따라서 농가에서는 매월 정기적으로 체점수를 기록하고 유지·관리하도록 해야 한다. 즉 유량 피크를 나타내는 착유소의 체점수가 2.5이하가 되지 않도록 그리고 건유 전에는 체점수가 3.5가 되도록, 그리고 건유시 지속적으로 3.5가 유지될 수 있도록 관리해야 한다.

2. 섬유소 감소와 관련된 질병

가. 반추위산성증

① 발병기전 및 임상증상

반추위산성증(rumen acidosis)은 젖소가 짧은 시간에 과량의 전분류 또는 당당류가 함유된 사료를 섭취하였을 때 또는 사료 중 농후사료 비율에 비하여 조사료가 적게 급여되었을 때 제1위에서 급속한 휘발성 지방산의 생성과 흡수에 의해 반추위 산도(pH)가 장기간 5.5이하로 내려가면서 섬유소 소화 미생물의 활동을 방해하여 반추과정 전체가 위축되어 발병되는 대사성 질병이다.

이러한 반추위산성증은 하절기에 고온 스트레스에 의하여 조사료 섭취 감소와 농후사료 섭취 증가에 의하여 더욱 심해지기 쉽다. 하절기에 젖소는 외부 기온 상승에 적응하기 위하여 호흡수 증가를 통한 체열을 방출시켜 이산화탄소 배출량이 많아진다. 이와 더불어 조사료 섭취량 감소와 농후사료 섭취량 증가에 따른 반추운동 저하에 의하여 타액 생산량 감소와 제 1위에서 급속한 휘발성 지방산의 생성과 흡수에 의해서 상대적으로 다른 계절에 비하여 하절기 이후에 반추위산성증이 더욱 문제되기 쉽다.

반추위산성증에 의한 젖산의 생성으로 제1위 내 산도가 4~5사이로 떨어지게 되면 젖산을 이용하여 사료 중 섬유소를 분해하는 반추위 내 미생물 활동이 멈추며, 이러한 세균의 활동중지로 위내의 젖산 함량이 증가하게 된다. 증가된 젖산은 혈관으로 이행되며, 혈액으로 이행된 젖산은 혈관 활동 촉진기질로서 작용하여 모세혈관의 수축과 확장을 증가시킴으로써 결과적으로 모세혈관 파열을 유도하여 발이 성장하는 부분에 혈액의 공급이 줄어들게 된다.

이러한 혈액 공급의 감소는 조직에 필요한 산소와 영양분의 공급을 줄어들게 하여 발의 성장을 비정상적으로 만드는 등 발굽에 부정적인 영향을 준다. 특히, 하절기 이후에 제염염을 보이는 젖소의 경우 발병 40~60일전에 급성 산성증에 의한 이차적 영향일 수도 있다. 반추위산성증은 제염염이외에도 사료 섭취율 저하, 간농양, 제4위전위, 영양소 흡수부전, 클로스트리디움 감염증, 갑작스런 폐사에 이르기까지 매우 다양한 문제를 일으킨다.

반추위산성증은 급성형(임상형)과 아급성형(준임상형)으로 구분된다. 급성형은 수많은 소들이 갑작스럽게 폐사하는 것으로 소들이 정신 없이 우사 안에서 방황하며 돌아다니고, 서 있지 못하고 뇌에 손상을 받은 것처럼 보인다. 이때 티아민(thiamine)을 주사하면

빠르게 회복되고 뇌가 손상되는 증상이 없다. 급성 산성증이 발병했을 경우 제1위에서 티아민 생산이 손상되어 티아민 결핍이 생긴다.

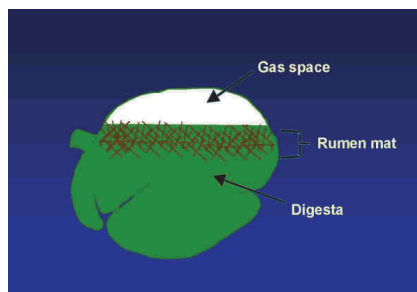
아급성 산성증은 급성 산성증보다 더 많이 발생되지만 젖소에서 좀처럼 쉽게 관찰할 수 없다. 아급성 산성증 발병시 가장 흔히 볼 수 있는 반응은 사료 섭취량 감소이므로 농장에서 아급성 산성증에 걸린 소를 찾아내는 것은 매우 어렵다. 다만, 사료 섭취를 중단했을 경우나 또는 사료섭취 시 이상한 반응을 보일 경우에만 확인할 수 있다. 아급성 산성증을 보이는 젖소의 또 다른 임상증상은 사료를 밀어내거나 과도한 타액 생산, 복부를 발로 차거나 더러운 것을 먹거나 설사를 나타낸다.

이와 같이 반추위산성증과 관련되어 젖소에게 나타나는 임상증후군은 다음과 같다. 제1위 산도의 감소, 제1위 운동의 증가 또는 정체, 되새김질 감소, 일일 급격한 사료 섭취량의 변동, 변비에서 설사에 이르기까지 다양한 형태의 분변 상태, 가스가 함유된 분변<그림 4>, 분변 중 점액과 섬유소의 함유, 분변 입자의 크기 증가(1.2cm 이상의 섬유소가 함유), 분변 중에 소화되지 않거나, 0.4cm 이하의 미세한 곡물의 함유, 사료효율 감소, 우유 생산량 감소 등이다.

반추위산성증의 주요 발병기전은 급속히 발효되는 탄수화물의 섭취 증가와 중성세제 불용성 섬유소의 섭취량 감소이다. 이러한 결과로 휘발성 지방산의 증가, 되새김질 감소로 인한 타액에서의 완충제 부족, 제1위의 중간부위에 거친 사료편의 덩어리<그림 5>로서 부유되어 있는 물질인 루멘 매트(rumen mat)의 감소로 정상적인 제1위 산도(6.5전후)가 4~5정도로 떨어지고, 제1위 내 사료정체 시간의 감소로 인하여 제1위내 섬유소의 소화가 감소되어 사료효율이 떨어진다.



〈그림 4〉 제1위 산성증시 분변 내 거품이 생기거나 포말성의 가스 생성



〈그림 5〉 제1위내 루멘매트(rumen mat) 형성 부위 및 형태

또한 제1위 산성증이 발병하면 위벽이 손상되고 제4위와 소장벽이 심한 염증 상태를 나타낸다. 그리하여 제1위벽에서 손가락처럼 돌출되어 영양소를 흡수하는데 매우 중요한 역할을 하는 용모가 파괴되고 소장벽이 손상 받아 영양소의 흡수가 되지 않아 갑작스럽게 폐사하거나 다른 질병을 일으킨다.

예를 들면, 하절기 이후에 제염염을 보인 젖소의 경우에는 발병 40~60일 전에 급성 산성증에 의한 이차적 영향일 수도 있다. 이러한 원인으로는 반추위산성증으로 사료를 소화시키는데 꼭 필요한 미생물은 대부분 죽어버리고 쓸데없는 위산을 만드는 세균만 살아 남다보면 이들 때문에 생기는 독소나 히스타민이라는 물질이 전신으로 퍼져 여러 가지 증상이 나타나게 된다.

이렇게 되면 가장 먼저 흔하게 나타나는 것이 발을 절게 되는데 발굽속의 미세한 혈관을 확장시키거나 파괴시켜서 발톱과 피부의 경계선이 붉게 되고 시간이 경과하게 되면 발굽으로 영양공급이 원활하게 이루어지지 못하기 때문에 발굽에 발육장애를 나타내는 줄이 생기기도 한다. 이렇게 여름철에 매우 문제되는 반추위산성증이 가을철이 되면서 임상증상으로 나타나는 경우들이 흔하다. 예를 들면 가을철이 되면서 목장에서 발을 저는 소들이 많아지는 것은 여름철 과산증과 직접적으로 관련이 있는 현상들이다.

② 예방대책

대부분의 반추위과산증은 약물요법의 처리 없이 회복될 수 있으며, 그 주요한 사양관리 요령은 다음과 같다. 조사료의 급여수준이 반추위산성증에 영향을 주는 가장 중요한 요소로 조사료를 충분히 급여했을 때는 산성증 발생이 감소된다. 조사료는 되새김질과 반추운동을 자극하기 때문에 타액생산을 촉진하며, 타액 중에는 중탄산칼슘과 같은 완충제가 충분히 함유되어 있어 제1위의 산성화를 예방함으로써 산성증 발생을 줄일 수 있다.

그러므로 목장에서 반추위산성증에 대처하기 위해서는 기호성이 좋은 양질의 조사료를 최우선적으로 급여하도록 한다. 또한, 타액 분비 촉진을 위하여 조사료를 적정한 크기로 절개하여 급여하고, 정상적인 반추위 기능을 강화하기 위해 소화율이 높고 섬유질과 에너지가 풍부한 비트펄프 등의 양질의 조사료를 급여하여 반추위 회복에 중점을 두어야 한다.

하지만 저질의 조사료를 충분하게 급여하더라도 곡물이 과다하게 급여되면 산성증이 발생될 수 있다. 그러므로 저질 조사료를 급여시에는 곡물과 건초를 분리 급여하지 말고 가능한 혼합해서 급여하도록 한다. 또한, 조사료의 질이 떨어진다고 판단되면 소화 효율을 높이기 위해 효모제의 급여가 권장된다.

이와 더불어 반추위 적정 산도 유지를 위한 1일 100g 정도 중조 등의 완충제를 사료에 첨가하여 급여하도록 한다. 또한, 반추위과산증으로 파괴된 제1위의 미생물 환경을 회복시키기 위하여 반추위를 안정시키고, 반추 미생물의 활동을 증진시켜 소화를 도와주는 효모(이스트), 생균제 등을 급여하는 것이 필요하다.

이 밖에도 반추위과산증은 우군 편입에 따른 스트레스, 목장 사육 환경 불량, 사료조 부족과 분만후 급격한 사료 증량, TMR 선택 채식, 음수 부족 등에 의하여 고능력우에서 더욱 문제되어 분만 직후 식욕감퇴를 유발시켜 에너지 부족형 대사성 질병들을 연쇄적으로 야기한 후에 결국은 도태되기도 한다. 따라서 목장에서는 소의 규모에 맞게 사료조의 크기를 유지하여 젖소의 폭식성 사료 섭취를 줄이도록 해야 한다. 또한, 수조를 청결하게 관리하고 충분히 설치해 물 섭취량을 적정 수준으로 유지시켜 조사료 섭취량을 높이고 충분한 사육 공간 확보와 우사 바닥을 위생적으로 관리하여 편안한 상태에서 충분한 반추활동을 할 수 있는 환경을 제공해 주어야 한다.

일반적으로 정상적인 사료급여가 이루어진 목장에서의 반추하는 소의 비율이 50% 이상, 누워있는 소의 비율이 80% 이상이어야 하고, 이에 반하여 반추하는 소의 비율이 50% 미만, 누워있는 소의 비율이 50% 이하 일 때는 사료급여 관리에 있어서 문제가 있는 것으로 평가하고 있다(표 2). 특히, 건유기와 분만 전후기의 전환기 젖소에 있어서는 편안한 환경 제공과 더불어 품질 좋은 조사료 등을 급여하여 최적의 사료 섭취량이 유지될 수 있도록 지속적으로 노력해야 한다.

표 2 젖소의 영양 및 건강상태 모니터링 지표

구 분		젖소의 건강 및 생산성 지표	
		기대 수준	주의 수준
영양 상태	반추하는 소의 비율	50% 이상	49% 이하
	눕는 소의 비율	80% 이상	50% 미만
	그룹별 건물 섭취량	5% 이하 떨어짐	10% 이상 떨어짐
	전환기 건물 섭취량	최소한 26파운드 이상	25파운드 이하
산유량	착유우 평균유량	5% 미만 떨어짐	5% 이상 떨어짐
	개별 유량	10% 미만 떨어짐	10% 이상 떨어짐
번식 성적	발정지수	70%	50% 미만
	공태일수	80일 이하	120일 이상
	기대 임신 감정치	70%	60% 미만
발급 질환	절름발이 소(부제병)	5% 미만	15% 이상
유질	낮은 유지방(3.0%미만)	10% 미만 일 때	20% 이상 될 때
	냉각기 체세포수	20만 미만	30만 이상

나. 제염염

제염염은 농후사료에 비하여 조사료를 적게 급여했을 때에 고창증, 소화효율 저하, 사료섭취 중지 이후에 연속적으로 발생하는 질병이다. 젖소의 입에서부터 뒷다리까지의 거리는 불과 1.5m 정도로 짧은 거리이지만 급여하는 사료에 따라 발굽 건강에 영향을 미친다. 미국 위스콘신대학의 연구결과 발의 근판염(절뚝거림)은 급여하는 사료 내 급속분해 탄수화물(당, 전분, 펙틴) 함량이 높을 경우에 발생한다고 보고하였다.

대부분의 경우 이러한 문제를 일으키는 사료는 중성세제 불용성 섬유(NDF)의 함량이 27% 미만이거나 비구조성 탄수화물 함량이 40%를 넘고, 전분과 같은 탄수화물의 함량이 30%를 초과하는 것으로 조사되었다. 이렇게 급속 분해 탄수화물을 과다하게 급여하는 경우에는 위내에서 합성되는 휘발성 지방산(초산, 프로피온산, 낙산)의 양을 증가시킨다.

한편, 정상적인 상태에서 휘발성 지방산은 위벽을 지나는 혈관으로 흡수되지만 위내에서 많은 양의 휘발성 지방산이 생성되어 위내 산도가 5.5 이하로 떨어지면 휘발성지방산 생성이 줄어들고 젖산의 생산이 시작된다. 젖산의 생성으로 위내 산도가 5.2 이하로 떨어지게 되면 젖산을 이용하여 사료를 분해하는 반추위내 세균 활동이 멈추며, 이러한 세균의 활동중지가 위내의 젖산 함량 증가의 원인이 된다.

위내 산도의 저하로 축적된 젖산은 혈관으로 이행되며, 혈액으로 이행된 젖산은 혈관 활동 촉진기질(호르몬과 유사)로서 작용하여 모세혈관의 수축과 확장을 증가시킴으로써 결과적으로 모세혈관 파열을 유도하여 발이 성장하는 부분에 혈액의 공급이 줄어들게 된다. 이러한 혈액 공급의 감소는 조직에 필요한 산소와 영양분의 공급을 줄어들게 하여 발의 성장을 비정상적으로 만드는 등 발굽에 부정적인 영향을 준다. 따라서 젖소의 절뚝거림을 발견하면 단지 발만 볼 것이 아니라 그 이전의 과정 즉, 사료급여 상황을 점검해 볼 필요성이 있다.

다. 사료효율 저하 및 사료섭취 중지

사료효율 저하와 사료 섭취 중지는 지속적인 전분의 과량 공급에 의해서 반추위 산도가 극단적으로 산성화가 되었을 때 발생된다. 사료 급여의 장기간의 변동이 낮은 섬유소 섭취의 가장 일반적인 증상으로서 이때는 사료 섭취율 및 우유 생산량을 최대화 할 수 없다.

라. 간농양

간농양은 일반적으로 농후사료에 비하여 낮은 조사료의 섭취가 장기간 계속되었을 때 반추위 산도가 극단적으로 산성화되어 제1위 궤양이 발생된다. 그 후 반추위 세균이

혈액을 통하여 간으로 이동된 뒤 간에 감염을 일으켜 농양을 발생하여 간 기능 손상을 가져온다.

마. 제4위 전위

제4위 전위는 제4위가 가스, 액체, 또는 가스와 액체가 팽창하여 정상적인 위치에서 왼쪽이나 오른쪽으로 꼬인 것을 말하며, 대부분의 전위는(80~90%) 분만 후 3주 이내에 왼쪽에서 일어나며, 그 원인으로는 분만 전 사료의 부피감(bulkiness)이 적고 농후사료가 과급되는 경우에 관련된다. 일반적으로 제4위 전위는 왼쪽 위로 이동하게 되어 제1위와 왼쪽 제4위 벽 사이에 위치하게 되며 이것은 적어도 송아지 분만에 따른 위치변화 요인도 함께 할 것이다. 건유기 젖소에 과다한 농후사료의 증가는 제1위 운동을 저하하여 제1위 크기를 감소하게 하여 분만 후와 비유시기에 제4위 전위 발생률을 증가시키는 원인이 된다.

제4위 전위의 임상증상은 케토시스와 유사하게 사료섭취 중단 또는 간헐적인 사료 섭취, 장운동 부족, 체온 정상, 유량 감소, 그리고 방황하거나 불편한 자세를 보인다. 일반적으로 제4위가 오른쪽으로 이동하는 것은 드물지만 간헐적으로 발생한다. 이러한 형태는 위에서 언급했던 임상증상과는 다른 현상을 나타낸다.

제4위 전위의 치료 방법은 제4위 위치를 바로잡기 위하여 외과적인 수술이 필요하지만, 제4위 전위의 발생률을 줄이기 위해서는 무엇보다도 올바른 건유기 사료급여가 필요하다. 건유기에 건초를 최소한 체중의 1%까지 급여하고 옥수수 사일리지의 급여는 가급적 피한다. 또한 과비우, 후산정체, 유열 그리고 유방염 같은 질병들은 전위에 연결될 가능성이 크기 때문에 이러한 질병들에 대한 예방에 만전을 기해야 하며, 건유기 동안 농후사료의 급여를 제한하고 분만 10~14일 전부터 농후사료량을 점차 늘려 최대 체중 100kg당 0.75kg까지 급여한다.

3. 사료 중 에너지 및 단백질 균형 상태를 점검할 수 있는 6가지 방법

① 건물량 섭취 상태 또는 사료조 점검

젖소의 건강과 생산성의 유지를 위해서는 우군의 사료 배합비 작성 등 전체적인 측면에서 관심을 가져야겠지만 개체에 대한 세심한 관찰이 무엇보다 중요하다. 젖소의 영양상태 점검의 첫 출발점은 젖소의 사료 섭취량, 사료조에 남아 있는 사료의 양, 우군당 소의 비율 등 사료 건물량 섭취 상태의 평가다. 착유우들 중에서 사료 섭취량은 매우 다양하지만, 전체적으로 사료 섭취량에 비하여 얼마나 많은 양의 우유를 생산하는지를 평가하는 것은 매우 중요하다.

따라서 사료가 급여될 때부터 소가 섭취를 완료하고 사료조에 남아 있는 상태까지 점검해야 한다. 사료조에 남아 있는 사료가 없어서는 안되고 급여량의 3%정도 또는 그보다 약간 낮게 남아 있는 것이 바람직하다. 만약 3%이상 남아 있다면 환경 또는 우사의 사양관리 상태 등의 변화가 있었는지 점검해야 할 것이다.

건물량 섭취 상태를 평가하는데 있어서 점검해야 할 세부 내용으로는 다음과 같은 항목이 있다. 우선, 사료의 부패로 인한 기호성 감소 문제를 해결하기 위하여 ①번에서 ③번까지의 내용에 대해서 점검해야 한다. ① 사료조의 청결상태는 양호한지? 사료조가 청결하지 않으면 사료가 오염되기 쉬우며 사료조에 갈라진 틈이 있을 경우에는 미생물의 오염장소가 될 수 있기 때문에 특별 관리가 필요하다. ② 사료의 온도가 너무 높지 않는지? 만약 너무 높으면 사일리지 또는 젖은 사료에 곰팡이 또는 효모가 오염되었는지를 확인해야 한다. ③ 사료에서 이상한 냄새가 발생하지 않은지? 이때에는 효모의 오염 여부 및 저질의 사료가 혼합되었는지를 확인해야 한다.

④ 모든 사료 급여조에 사료의 혼합상태가 균일한지? TMR 또는 부분 TMR시 균질하게 혼합될 수 있도록 처리해야 한다. ⑤ 사료조의 공간이 사료 섭취를 위한 소의 규모와 적절한지? 적절하지 못할 경우에는 전체적 또는 개체별로 사료섭취량이 감소하고, 우군간 영양상태 불균형을 초래할 수 있기 때문에 적절한 상태의 우군 재편성이 필요하다. ⑥ 사료조에서 소가 머무르면서 사료를 섭취하는 상태가 적절한지? 만약에 사료조로부터 소가 멀리 떨어져 있을수록 소가 필요로 하는 영양소 요구량 섭취가 더욱 어려워 질 수 있을 것이다. 그러므로 우사 구조 자체가 가능한 사료 섭취가 쉽게 이루어질 수 있도록 적절하게 설계되어야 한다.

⑦ 특정한 사료를 골라먹거나 사료조에 특정한 사료가 남아 있는지? 이러한 경우에는 조사료 입자의 크기와 질 상태 등의 점검이 필요하다. ⑧ 우사의 환기 상태가 적절한지?

또는 암모니아 냄새가 발생하는지? 사료 배합비가 적절하더라도 우사의 환기 상태가 좋지 않을 경우에는 소의 건물량 섭취가 감소된다. ⑨ 우사에서 소가 편안한 상태에서 사육되고 있는지? 우사의 잘못된 시설 환경, 온도, 습도 등과 같은 자연 환경적 변화, 잘못된 사양관리, 소를 거칠게 다루었을 때에 스트레스를 받게되어 사료 섭취량이 감소된다.

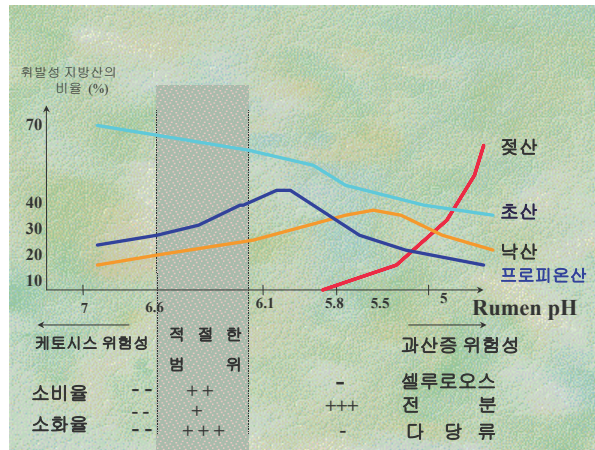
② 반추상태 점검

젖소는 다른 동물과는 달리 4개의 위를 갖고 있으며, 제1위와 제2위를 합하여 반추위라 한다. 반추위에서는 섬유소의 입자를 작게하기 위하여 되새김질을 하고 당류를 미생물 발효시킬수 있도록 한다. 그리하여 젖소는 일반적으로 매일 6~8시간의 되새김질을 하며, 이때 160~180리터의 타액을 생산한다. 타액중에는 중탄산나트륨 및 인과 같은 완충제가 있어 반추위에 중성을 유지시켜 반추위 발효에 의해서 생성된 휘발성 지방산을 중화시키는 역할을 하며, 반추위 미생물이 성장하고 섬유소 소화가 잘 이루어질 수 있도록 조절되어야 한다.

만약, 젖소가 사료 중 조사료 섭취가 부족하였거나 또는 농후사료를 상대적으로 과다하게 섭취하였을 경우에는 반추작용이 제대로 이루어지지 않아 30~50리터의 타액이 생기게 되어 여러 가지 발효과정에 문제가 발생될 수 있다. 그러므로 젖소의 반추위 상태를 점검하는 것이 사료급여 상태를 점검하는데 있어서 좋은 방법이다. 일반적으로 정상적인 조사료를 섭취하고 소화시키는 농가에서는 사료를 먹지 않거나 누워있는 소 중에서 적어도 50~65% 정도가 되새김질을 하고 있어야 한다. 만약에 우군의 반추상태가 적절하지 못할 경우에는 조사료 및 농후사료 급여 상태를 점검해야 한다.

③ 위액, 뇨 및 분변의 산도(pH) 검사

젖소의 반추위에는 다양한 종류의 세균과 원충이 생존하여 젖소에 각종 영양소를 공급한다. 즉 섬유소 분해, 전분 분해, 암모니아 생성, 메탄 생성, 단백질 이용 미생물 등이 섭취된 사료를 미생물에 의해 발효시켜 단위동물에서 이용할 수 없는 섬유소, 비단백태 질소 화합물, 비타민 등의 영양소를 젖소에 적절하게 공급한다. 이러한 반추위 미생물들은 사료급여 종류와 양에 따라서 활성도와 생존수에 큰 차이를 나타낸다. 예를 들면 농후사료에 비하여 조사료를 많이 급여할수록 저작활동과 타액분비가 증가되어 반추위 산도가 6.0이상 유지됨으로써 섬유소 분해 미생물의 활력이 증가하여 휘발성 지방산 중 초산과 낙산 비율이 증가하여 사료섭취량 증가와 유지지방의 증가를 가져온다(그림 6).



〈그림 6〉 휘발성 지방산 생성과 반추위 산도(pH)의 변화

이와는 반대로 농후사료 위주로 사육할 경우에는 저작활동과 타액분비가 감소되어 반추위 산도가 6.0이하를 나타내어 전분분해 미생물의 활력이 증가하여 휘발성 지방산중 프로피온산 증가를 가져온다. 이와 같은 현상이 심하면 반추위의 산성화로 이등유, 제1위식체, 제4위전위, 제염염 등을 일으킬 수 있다. 그 중에서도 사료 중 탄수화물은 제1위에서 생성되는 휘발성 지방산의 양과 종류에 영향을 준다.

일반적으로 조사료의 양이 충분하게 공급되었을 때 반추위 미생물이 탄수화물을 휘발성 지방산으로 전환하며, 그 비율은 초산이 전체의 65%, 프로피온산이 20%, 낙산이 15%를 나타낸다. 즉, 조사료를 과다하게 공급하였을 경우에는 초산이 충분히 공급되어 유지방 생성이 최대화를 나타내지만 제1위에서 프로피온산이 제한되기 때문에 특히 비유 초기에는 포도당 공급의 제한으로 우유 생산량이 감소된다.

농후사료에 주로 함유되어 있는 비섬유소성 탄수화물은 프로피온산 생성을 촉진한다. 반면에 조사료 중에 함유되어 있는 섬유성 탄수화물은 제1위 내에서 초산의 생성을 자극한다. 또한 비섬유소성 탄수화물은 좀더 신속하게 그리고 완전히 발효되기 때문에 휘발성 지방산의 생성을 증가시킨다. 이와 같이 농후사료를 급여했을 경우 휘발성 지방산 생성이 증가하게 되고 초산 대신에 프로피온산의 비율이 증가하게 된다. 이렇게 계속되는 농후사료의 급여는 과비로 인하여 난산을 유도하게 되고 지방간과 케토시스를 발병하여 젖소의 건강에 부정적인 영향을 준다.

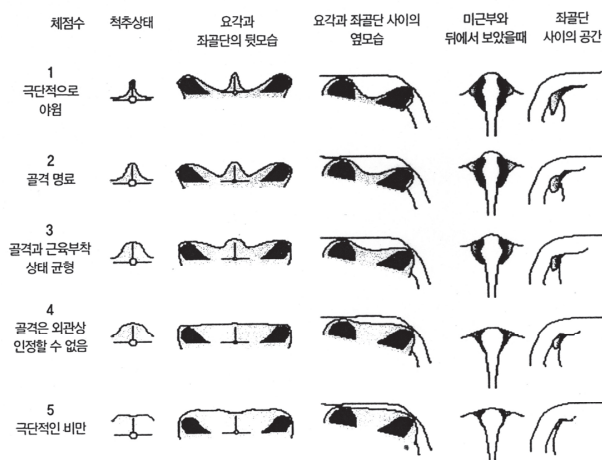
반대로 사료 중 농후사료의 비율이 부족했을 경우에는 에너지 섭취부족으로 우유 생산과 단백질의 감소를 가져올 수 있다. 위와 같이 사료 중 농후사료와 조사료 비율의

변화는 제1위에서 생성되는 휘발성 지방산의 비율에 매우 큰 영향을 줄 수 있으며, 휘발성 지방산은 위액, 뇨, 분변의 산도에 영향을 미치게 되어 산성증 또는 알카리증을 초래할 수 있다. 따라서 제1위액, 분변 및 뇨에서의 pH 검사는 사료급여 상태 및 소화과정의 적절성 유무를 판단하는데 중요한 정보를 제공한다.

④ 체점수 상태 점검

젖소의 우유 생산성이 고능력화 될수록 적어도 매월 체중 변화와 영양상태에 대한 조사와 관찰이 이루어져야 할 것이다. 젖소에 있어서 몸 상태, 즉, 살붙임 정도는 산유량과 번식 능력에 크게 영향을 미치며 젖소의 생산성과 영양 상태에 대한 중요한 정보를 제공하여 건강관리를 위한 중요한 판단 기준이 된다. 예를 들면, 젖소가 너무 마른 경우에는 비유초기 적절한 체조직의 부족으로 유량감소를 가져오고, 케토시스와 제4위전위증 등 대사성 질병의 발생률을 증가시키며, 분만 후 발정주기가 지연되는 현상이 발생한다. 이와는 반대로 젖소가 너무 과비가 되었을 경우에는 분만시 난산을 유도하고, 비유 초기 건물 섭취량 감소로 유량 감소를 가져오고, 과비후 증후군과 케토시스 등의 대사성 질병의 발생률을 증가시킨다.

체점수 측정의 원리는 척추에서부터 옆구리를 거쳐 미근부까지의 골격을 중심으로 한 살붙임을 점수로 표시한 것이다. 즉, 심하게 여윈 상태에서부터 심한 비만 상태까지를 1.0에서 5.0까지 0.25 간격의 점수로 표시한다. 착유우의 체점수 상태를 자세히 평가하면 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 젖소의 체점수 측정에 이용되는 신체 부위

젖소의 체점수 상태는 건강과 생산성에 매우 밀접한 관련이 있지만 비유 단계별로 체중과 살붙임 정도의 변화가 많다. <표 3>은 비유단계별 목표가 되는 체점수와 그 허용범위를 나타낸 것이다. 건유우에서는 체점수가 3.25~3.75를 허용범위로 하고 목표를 3.50으로 한다. 비유초기에는 2.50~3.25를 허용범위로 하고 목표를 3.0으로 한다.

표 3 비유단계별 체점수 목표치와 허용범위

비유단계	목표	허용범위
건유기	3.50	3.25~3.75
분만 후	3.50	3.25~3.75
비유 초기	3.0	2.50~3.25
비유 중기	3.25	2.75~3.25
비유 말기	3.50	3.00~3.50

이상적인 에너지 균형을 유지하기 위하여 비유단계별 체점수의 목표치에 접근시키는 일은 매우 중요하다. 특히, 건유기에서 비유 초기까지 체점수가 1.0 이상 감소되지 않도록 하는 것이 중요하다. 보통 분만 후 30~50일까지 에너지 균형이 마이너스 상태로 체점수는 저하되고, 분만 후 50~70일에 플러스 상태로 전환되어 체점수는 증가된다. 이 기간 동안에 체점수가 1.0 이상 감소하면 체중이 약 54kg 감소하고, 비유 정미 에너지 400Mcal의 손실을 가져온다. 분만 후 이 정도의 에너지 손실은 번식에 큰 영향을 미친다.

⑤ 유성분 분석

제1위의 pH가 균형을 잃었다는 다른 지표로 우유의 지방과 단백질과 같은 유성분의 변화를 들 수 있다. 젖소의 우유 중에는 300여종의 구성 성분이 함유되어 있으며, 이러한 유성분의 변화는 유방의 건강과 대사 상태에 직접적으로 관련되어 있다. 유방이 건강하면 사료적 요인이 유성분 함량에 절대적 영향을 주기 때문에 유성분 수준은 사료 급여 상태를 간접적으로 평가할 수 있는 좋은 지침으로 활용될 수 있다. 현재까지 알려진 젖소의 에너지 부족 상태를 반영하는 유성분의 구성요소로서 지방/단백질 비율 측정이 널리 응용되고 있으며, 단백질 과부족 상태의 평가 기준으로 요소(urea) 등이 보고되고 있다.

가. 지방과 단백질 비율 점검

유지방은 다른 성분보다 사료적 요인과 생리적 변화에 가장 많은 영향을 받는다. 유지방 내 지방산의 약 50~60%는 사료에서 기인하며, 나머지 40~50%는 유선에서 합성되는데

반추동물의 경우 초산이 가장 중요한 유지방 합성의 전구물질이다. 단백질은 유선의 분비 상피세포에서 합성되며, 유리 아미노산, 펩타이드 및 혈장 단백질이 유단백질 합성의 전구물질이다. 외국과 국내에서 사육중인 홀스타인 젖소의 유지방 수준은 3.8% 정도이며, 일반적으로 유지방 3.4% 미만을 유지율 저하로 평가한다.

유지율 저하의 원인은 다양하지만 곡류사료 과잉 또는 섬유소 부족이 가장 주요한 원인이다. 이러한 유지율 저하 상태가 계속되면 반추위 산성화로 인하여 제1위 산성증, 제1위 식체, 과비 등을 나타낼 수 있으며, 부제병의 가능성도 증가한다. 또한 분만 후 정상적인 유지율 수준보다도 훨씬 높은 유지율은 분만에 따른 급격한 호르몬 변화 등과 같은 스트레스에 의해서 사료 섭취량 감소로 인하여 체지방을 분해하여 우유 합성에 이용하기 때문이다.

따라서, 비유초기에 5.5% 이상의 유지방 수준은 현재 우유 생산량에 비하여 젖소의 사료 섭취량이 부족하기 때문에 체조직의 분해가 이루어지는 에너지 부족 상태로 평가한다. 이러한 에너지 부족 상태가 계속되면 지방간, 케토시스, 제4위전위증과 같은 대사성 질병의 증가를 가져오며, 자궁 및 난소의 기능 회복이 지연됨으로 인하여 자궁내막염과 난소낭종과 같은 번식질환 발병 가능성이 높아지고, 분만 후 초회 배란까지의 기간이 늘어나 공태기간이 길어지게 된다.

우유 중 단백질은 착유우의 에너지 충족 상태를 반영하는 것으로서 비유초기의 단백질이 3.0%이하인 젖소에서는 에너지 부족에 따른 난소 및 자궁회복 지연으로 번식관련 호르몬의 기능 억제에 의하여 발정징후 불명확, 난소정지 및 기능 휴지, $PGF_2\alpha$ 제제에 대한 무반응이 있는 것으로 보고되고 있다. 비유 초기에 유단백질이 3.0% 미만일 때를 에너지 부족 상태로, 비유말기에는 유단백질 함량이 3.7% 이상일 때는 에너지 과다로 각각 평가할 수 있다.

우유 중 지방과 단백질 비율은 조사료 및 농후사료 급여 비율 또는 에너지 상태의 평가기준으로 보고되고 있다. 지금까지의 국내외 연구자료에 의하면 정상적인 홀스타인 젖소에서 유지방과 유단백질의 비율이 1.05~1.34정도이며, 이 수치보다 높은 1.34이상일 때는 에너지 부족 상태와 조사료 급여량에 비하여 상대적으로 농후사료 급여량의 부족 상태를 의미한다. 이러한 상태는 단백질 분해시 사용되어야 할 에너지 부족으로 인하여 미생물 단백질의 합성 저하로 유량 및 유단백질의 저하와 젖소의 수척 등을 나타낼 수 있다.

이와는 반대로 유지방보다 유단백질 값이 훨씬 높을 경우 즉, 유지방과 유단백질의 비율이 1.05 미만일 때에는 에너지 과다 상태로서 섬유소의 부족 또는 비섬유소성 탄수화물의 과잉으로 제1위 산성증을 초래할 수 있다. 따라서, 우유 중 지방과 단백질 수준을 측정하여 젖소의 에너지 상태를 평가함으로써 조사료와 농후사료 급여 비율을 조절하여 반추위 상태를 적절하게 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 단백질(MP)과 요소태질소(MUN) 수준 점검

MUN이란 매일 목장에서 급여하는 사료 중 단백질과 정상적인 체내조직이 분해되어 우유로부터 나오는 것으로서 MUN은 사료 중 분해성 단백질과 당, 전분 등의 비구조성 탄수화물과의 균형상태를 반영한다. MUN 수치가 높을 때 분해성 단백질이 과잉이거나 비구조성 탄수화물의 부족을 생각할 수 있지만 MUN과 단백질을 비교해서 판단하면 어느 쪽이 문제 있는지를 정확하게 판단할 수 있다. 외국의 경우 우유 중 단백질과 요소태질소 수준을 근거로 하여 젖소 산유능력검정 협회에서는 요소 보고서(urea report)를 작성하여 비유 초기 착유우들의 대사장애 가능성을 조기에 경고하고, 번식기에 있는 착유우들의 영양 관리를 실시하여 수태율을 향상시키는 등 목장의 생산성 향상에 기여하고 있다.

독일, 미국 등에서는 우군의 평균 MUN 수준을 적용해서 저수준 MUN, 적정 MUN, 고수준 MUN으로 구분하여 젖소의 영양 균형 상태를 판정하고, 젖소에게 급여되고 있는 사료 내 단백질과 에너지 수준을 점검하여 올바른 사료급여 방법을 제시하고 있다. 현재 국가별 MUN 권장 기준은 독일 7~14mg/dl, 덴마크 8.4~14.0mg/dl, 일본 10~18mg/dl로 설정하고 있지만 미국의 경우에는 사료공급 조건이 다른 점을 고려하여 동북부지역에서는 12~18mg/dl이지만 다른 지역에서는 7~14mg/dl를 권장하고 있다. MP의 경우는 미국과 일본에서 3.0~3.2%, 독일이 3.2~3.8%를 각각 정상 범위로 설정하고 있다.

이와 같이 대부분의 국가에서 MUN과 MP 농도를 3개 범위 9개의 영역으로 구분하여 단백질 및 에너지의 영양상태를 해석하고 있으나 미국의 동북부 산유능력검정 협회에서는 유럽지역의 자료와 자체현장 경험을 바탕으로 번식시기를 고려하여 분만 후 45일 이내, 46~150일, 그리고 150일 이후의 3단계로 다시 세분화 하여 27개 영역으로 구분하여 운용하고 있다. 즉, MP는 3.0~3.2%를, MUN은 12~16mg/dl를 적정 기준으로 설정하여 착유우의 영양상태를 해석하고 있다.

표 4 비섬유소성 탄수화물과 반추위분해성 단백질의 과부족시 문제점과 유성분 수준 비교

구 분	과다 급여시	부족시
비섬유소성 탄수화물 (에너지로 이용)	위내 산도저하(산성증), 제1위 식체, 저지방, 식체, 과비	단백질 분해시 사용되어야 할 에너지 부족으로 인한 미생물 단백질 합성 감소로 유량 및 유단백질의 저하와 젖소의 수척
	*유성분 검사결과 : 단백질과 유지율 간 비율이 1.0 이상 예시) 단백질 3.4%, 지방 3.3%이하	* 유성분 검사결과 : 단백질과 유지율 간의 비율이 0.8 이하 예시) 지방 3.7%, 단백질 3.0%이하
반추위 분해성 단백질	제1위 내 암모니아 생성 과다로 인한 혈중 요소 농도의 증가로 수태율 저하 및 간기능 저하와 비절의 부종, 수척, 연변을 보임	단백질 부족으로 인하여 난소 기능 회복 지연과 자궁내막염 발생 증가로 번식 효율 저하 및 유량감소
	*유성분 검사결과 : MUN 18mg/dl 이상	* 유성분 검사결과 : MUN 12mg/dl 초과, 유단백질 3.0% 미만

〈표 4〉는 비섬유소성 탄수화물과 반추위분해성 단백질의 과부족시 문제점과 유지방, 단백질, MUN 분석을 통한 각 질병의 가능성을 나타낸 것이다. 예를 들면, 유성분 분석시 단백질이 3.4%, 지방이 3.3%를 나타내는 경우와 같이 단백질과 유지율 간의 비율이 1.0 이상을 나타낼 경우에는 상대적으로 섬유소 부족 또는 비섬유소성 탄수화물 과잉으로 산성증, 제1위 식체, 저지방, 식체, 과비를 나타낼 수 있다.

이와는 반대로 단백질과 유지율 간의 차이가 0.5% 이상으로 단백질과 유지율 간의 비율이 0.8 이하이면 단백질 분해시 사용되어야 할 에너지 부족으로 미생물 단백질 합성이 저하되어 단백질이 감소하게 된다. 따라서, 목장에서는 조사료와 농후사료의 비율을 적절하게 급여하여 반추위 상태를 좋게 유지하여 유성분 저하 예방 및 산유량 증가에 최선을 다해야 할 것이다.

⑥ 분변상태 점검

목장에서 유성분 이외에 사료 급여상태와 제1위 발효 상태를 가장 쉽게 측정할 수 있는 방법은 분변 상태를 확인하는 것이다. 분변 상태의 평가는 사료의 제1위에서의 소화 기능에 대한 정보를 제공한다. 분변의 외형상의 변화, 경도, 입자 크기를 이해함으로써 소화기관에서 어떤 일이 일어나고 있는지를 해석할 수 있다. 그러므로 소를 관찰함과 동시에 분변의 상태를 점검하는 것은 사료의 배합과 사양관리를 개선시키는데 있어서 매우 중요한 진단 영역으로 도움을 줄 수 있다.

제1위 산성증과 관련하여 나타날 수 있는 분변 외형상은 다음과 같다. ① 섬유소를 물리적으로 충분히 분해시키지 못하여 분변에서 입자크기가 큰 섬유소 관찰 ② 사료 중 전분 섭취 함량이 너무 많았을 경우에는 무른 형태의 분변 ③ 반추위 산도 산성화에 따른 반추미생물총의 변화로 인하여 사료의 소화효율이 감소되어 분변 중에 분해되지 않는 사료를 관찰할 수 있다.

또한, 분변의 경도는 제1위 내에서의 단백질과 탄수화물의 균형을 나타내는 것으로서 단단한 경우에는 섬유질 과잉이며, 무른 경우에는 단백질 과잉으로 판단할 수 있다. 분변의 상태는 사료의 소화율과 반추위 통과속도, 단백질 이용, 그 외 소화와 관련된 이상 현상을 재빨리 알아낼 수 있다. 분의 상태를 수분이 가장 높은 상태인 1점에서 가장 단단하게 건조된 상태인 5점까지 점수를 매겨 분의 상태에 따른 영양소를 점검할 수 있다<표 5>. 또한 제1위 내 산도(pH) 검사에서 매우 낮은 결과를 나타낼 때 분변 상태에 점수 1의 상태를 나타낸다. 이와 같은 결과는 사료 중 발효성의 전분 섭취가 많다는 것을 반영한다.

표 5 젖소의 분변 상태에 따른 젖소의 상태 및 문제점

점수	분변의 상태	젖소의 상태와 문제점	점검사항
1	형상은 없고, 암흑색을 띠고 입자는 상당히 미세하다.	<ul style="list-style-type: none"> - 소는 아위고 털은 거칠고 광택 없음 - 단백질 과잉, 섬유소와 당, 전분과의 불균형 - 루멘 매트 형성 불량 	사료영양소 점검 조사료의 절단길이, 급여순서 확인
2	형상은 없어 유동성이 높은 상태이고 입자는 미세하다	<ul style="list-style-type: none"> - 소는 아위고 분해성 단백질은 과잉 - 단백질의 불균형과 루멘 매트 형성 불량 	사료영양소 점검, 조사료 절단길이, 급여순서 확인
3	고형물이 약간 쌓이고 몇 가지 큰 사료입자가 혼입되어 있다	<ul style="list-style-type: none"> - 분해성 단백질과 비분해성 단백질의 균형이 좋고, 에너지 요구량도 충족된 상태 	
4	약간 단단하게 봉우리가 있고 큰 사료입자가 혼입되어 있다	<ul style="list-style-type: none"> - 분해성 단백질과 비분해성 단백질 부족 - 전분과 섬유소의 소화율이 낮은 상태 	분해성과 비분해성 단백질 급여량 증가
5	매우 단단하게 산 모양으로 되어 있고 조사료 입자와 곡류를 많이 볼 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> - 단백질 총량이 부족한 상태로 유량, 유지율, 유단백질 저하 초래 	반추위에서 빨리 용해되는 수용성 및 분해성 단백질과 비분해성 단백질 균형을 맞추어 급여량 증가

분변 내 조사료의 입자가 0.6cm 이상이면 제1위 소화에 문제가 있음을 나타낸다. 이러한 결과는 제1위가 분변에 도달될 때까지의 입자 크기를 결정하는 주요한 장소이기 때문이다. 대부분의 섬유소가 물리적으로 잘 섭취되었을 경우에는 섬유소의 소화와 입자 크기의 감소는 제1위에서 발생된다. 섬유소는 되새김질을 촉진하며, 제1위의 기능을 좋게 하고, 루멘 매트(rumen mat) 형성을 돕게 한다. 이러한 루멘 매트는 제1위에서 반추와 소화를 위해 입자를 유지시키는데 도움을 준다.

분변 입자 크기와 소화되지 않는 사료를 점검하기 위하여 개체 분변이 아닌 우군의 분변을 일회용 컵에 채취한 다음 1.6mm 정도의 망을 사용하여 물을 부드럽게 부으면서 분변을 통과시켜 최종 입자의 형태가 보일 때까지 이러한 과정을 실시한다. 만약에 소에 의하여 섬유소가 물리적으로 충분하게 분해되지 않는다면 입자 크기는 증가할 것이다. 제1위에서 섬유소가 없는 미세한 매트가 형성되어 있다면 큰 입자들이 제1위를 통과할 것이다. 일반적으로 분변에는 1.3mm 이상의 섬유소 입자를 관찰할 수 없다.

이와는 반대로 분변 중에 많은 양의 거친 섬유소가 존재한다면 이것은 제1위내 정체 시간이 매우 짧았다는 것을 의미한다. 한 목장의 일부 분변에서 이러한 현상이 발생하면 이것은 젖소가 조사료를 거부하고 곡물을 골라서 먹는 소들이 있다는 것을 나타내며, 이러한 소는 소화장애로 고통받고 있다는 것을 의미하고, 입자 크기가 긴(15cm) 건초가 통과되었다는 것을 나타낸다. 이와 같이 분변의 상태는 젖소의 사료급여 및 소화상태의 문제점을 잘 반영해 주기 때문에 우군에서 사료 중 에너지 및 단백질 균형상태 평가에 적극적으로 활용되어 젖소 건강관리에 효과적으로 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

4. 대사성 질병을 줄이기 위한 10가지 주요 사양관리 요령

젖소의 대사성 질병을 줄이기 위한 일반적인 사양관리 요령을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 단백질, 에너지, 섬유소, 비타민, 광물질의 급여량을 젖소의 요구량에 맞게 균형적으로 급여한다.
- 2) 비유기간에는 유량과 체점수에 따라서 젖소를 구분해서 사육한다.
- 3) 건유 전 체점수를 3.5로 조절하고 건유기간과 분만시까지 3.5의 체점수를 유지한다. 이것이 지방간 증후군과 대사성 질병을 예방하는 방법이다.
- 4) 건유기 소에 적절한 운동을 실시한다.
- 5) 분만 전 15일전 부터 일일 0.5kg의 배합사료를 급여하기 시작하여 분만시까지 6.8kg로 점진적으로 급여한다.
- 6) 비유피크시 케토시스, 산성증, 제4위 전위와 같은 대사성 질병을 예방하기 위하여 조사료와 농후사료 급여 비율을 균형적으로 유지한다.
- 7) 유열 발생을 예방하기 위하여 칼슘 섭취량이 적은 목초류를 건유우에 급여한다.
- 8) 옥수수 사일리지를 건유우에 일일 14~18kg 이상 급여하는 것을 제한하고 목초류 건초를 4.5kg 정도로 급여한다.
- 9) 비유피크 후에는 농후사료 양을 제한 급여한다.
- 10) 적절한 영양소 공급으로 번식 간격을 12~13개월로 유지한다.

제6장 젖소 발굽 질병 원인 및 예방대책

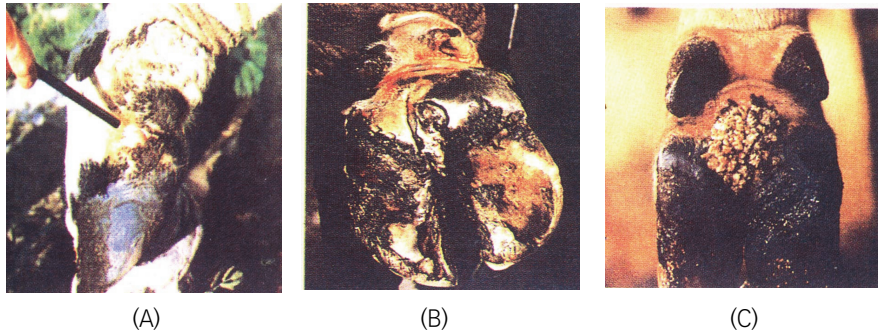
1. 발굽 질병 관리의 중요성

발굽 질병은 유방염, 번식장애와 함께 젖소의 3대 질병이다. 발굽 질병은 주로 고온 다습한 기후를 나타내는 여름철에서 초가을 사이에 축사의 바닥상태가 비위생적인 목장에서 뒷다리 외측 발굽에 다발하며, 국내 뿐만 아니라 전 세계적으로 증가하는 추세이다. 발굽 질병은 딱딱한 발굽각질 및 발꿈치 부위가 찢어 들어가거나, 발굽사이 및 발꿈치 사이에 사마귀 같은 이상 조직이 자라고 발굽 주위가 붓는 소견을 나타내며 절뚝거리는 특징을 보이는 질병으로서 부상 및 축사의 상태, 발굽 삭제 결여 및 부적절한 삭제, 발굽 창상 및 감염, 불균형적인 사료급여, 유전적 요인 등 여러 가지 원인이 서로 복합적으로 연계되어 발생된다.

발굽 질병은 개체 일부에 국한되기보다는 우군에 광범위하게 퍼져 있는 경우가 대부분이다. 우군에 부제병(foot root)이 발생하기 시작하면 토양 속에 균을 오염시키게 하여 오랜 기간 동안 지속적으로 문제를 일으키기 때문에 부제병은 낙농가를 매우 성가시게 하는 질병이다. 부제병 발병률이 높지 않더라도 한번 발생하면 지속적인 문제를 일으키어 심각한 경제적 손실을 가져오므로 농가에서 부제병 예방에 항상 관심을 가져야 할 것이다.

2. 발굽 질병의 종류

발굽 질병은 병변부위, 임상증상 등에 의하여 부제병, 제엽염, 부상피부염, 제저자창, 제피염, 지간 피부염, 지간부란, 제저궤양 등으로 분류되며, 이중에서 부제병, 부상피부염, 제엽염이 가장 문제시 된다<그림 1>. 부제병은 발바닥에 각질조직이 부식되어 발 내부의 연한 조직에 세균이 침입하여 염증이 생긴 것을 말하며, 부상피부염(사마귀성 피부염)은 발굽 뒷부분의 좌우 양쪽의 둥그런 부위 사이의 피부에 생긴 사마귀 또는 딸기 모양의 병변을 보이는 것을 말하며, 제엽염은 제1위과산증 등으로 발굽부위가 충혈, 출혈, 부종 등으로 약화되어 발굽 진피에 염증이 생긴 것을 말한다.



〈그림 1〉 젖소 발굽 질병의 종류 (A) 자계창, (B) 지간부란, (C) 우상 피부염

이러한 발굽 질병의 원인체로는 세균으로서 푸소박테리움, 박테로이드, 연쇄알균, 포도알균, 코리네박테리움 등이 있다. 이 중 푸소박테리움 네크로포럼(*Fusobacterium necrophorum*)이 가장 문제되고 있다. 이 세균은 제1위에 자연적으로 서식하다가 농후사료를 다급할 경우에 제1위 과산증에 의하여 더욱 활성화되어 혈액을 통해 간으로 들어와 간농양을 일으킨다. 또한, 변으로 배설된 세균은 소의 발에 생긴 찰과상이나 상처, 또는 갈라진 부분과 접촉하게 되어 발굽안의 조직까지 침투함으로써 감염을 일으켜 발굽 손상을 일으키게 된다.

부제병 원인 세균은 습윤한 환경에서 잘 증식하므로 비가 많거나 배수가 잘 안되는 좁은 운동장의 바닥 상태가 습한 농장에서 주로 문제된다. 농장에 부제병이 발생하면 토양 속에 균을 오염시키게 하여 오랜기간 동안 지속적으로 문제되기 때문에 부제병 발병률이 높지 않더라도 한번 발생하면 지속적인 문제를 일으키어 심각한 경제적 손실을 가져온다.

푸소박테리움 네크로포럼이라는 세균은 부제병을 일으키는 것으로 알려져 있지만, 전형적인 부제병 병변을 항상 발생시키는 것은 아니다. 미국 미주리대학에서의 연구에 의하면 부제병은 푸소박테리움 네크로포럼과 박테로이드 멜라니노제니커스(*Bacteroids melaninogenicus*)의 혼합 감염에 의해서 발생하는 것으로 보고하고 있다. 세균들이 발굽의 찢어진 피부를 통하여 침투되거나 또는 발가락 사이의 조직으로 주입되었을 때 부제병의 전형적인 병변이 발생하는 것으로 알려져 있다.

부제병과 관련해서 일반적으로 흔히 분리되는 그 이외의 세균으로는 연쇄알균, 포도알균, 코리네박테리움 그리고 곰팡이 등이 포함되어 있으며, 이러한 균은 습윤한 환경에서 흔히 존재한다. 발굽이 잘렸을 때, 타박을 당했을 때, 못 등으로 뚫어졌을 때, 심한 찰과상이 있었을 때 이러한 세균은 발굽의 조직에 들어가 감염을 일으키기 시작한다.

부제병은 계절적인 질병으로서 매우 습한 여름철과 겨울철 흙이 갑자기 얼었을 때, 가뭄시에 많이 발생된다.

1) 발굽 피부염

발굽 질병 중에서 가장 문제가 되는 감염성 질병으로서 발굽 뒷 부분의 좌우 양쪽에 둥그런 부위(제구) 사이에 사마귀 또는 딸기 모양의 병변을 보여 우상 피부염(digital dermatitis)이라고도 불린다. 이 질병은 젖소를 사육하는 대부분의 농장에서 발생하며 발굽 사이와 발굽 뒷부분의 피부에 발생하는 염증으로서 냄새도 난다. 습한 환경과 피부자극이 있을 경우에 더 많이 발생한다.

피부염은 인접한 뒷발굽 각질까지 번지면서 발굽 속의 진피에 좌상을 일으킨다. 더 진행되면 발바닥 각질에 구멍이 나는 소위 제저피양까지 이르게 된다. 발굽 피부염은 초기에 피부가 빨갛게 부어오르며, 좀 더 진행되면 염증 부위가 넓어지는 증식성 형태가 되어 출혈과 심한 통증이 나타나 한쪽 발을 들고 있거나 발의 뒷 부분을 땅에 닿지 않으려는 보행을 하거나, 비정상적인 꾸부정한 기립자세와 다리를 저는 증상을 유발한다(그림 2).



〈그림 2〉 발굽병으로 인한 젖소의 비정상적인 자세

그러면서 바깥 발굽은 여전히 과중한 무게를 떠안고 있다. 따라서 소는 지쳐버리는 것이다. 이로 인하여 우유 생산량 감소, 사료 섭취량 저하, 수태율 감소 등의 생산성 저하를 일으키며, 이러한 현상과 계속 이어지는 증상들을 다스릴 수 있는 방법에는 세족저를 통과하여 발굽 침지와 숙련된 삭제가 필요하다.

2) 제염염

제염염은 주로 산전산후에 농후사료를 과잉 급여했을 때 발생하는 과산증으로 생긴 염증 유발 물질이 발굽 조직에 침투해 나타나는 증상으로 질병에 걸렸으나 임상증상을 보이지 않는 제저(발굽 바닥 부분) 궤양과 백선 질병(발굽 바닥의 흰색 테두리 부위인 백선에 농이 차거나 틈이 생기는 질병으로 주로 뒷 발굽의 외측에서 발생하며, 이 질병에 걸린 소는 걸을 때마다 다리를 밖으로 흔들며 걷는 증상을 보인다)에 취약한 것으로 알려져 있다.

제염염은 후에 발굽 각질 생성의 변화, 즉 발굽 표면의 황선 주름을 드러내기도 한다. 이 병은 오래 지속되지는 않는다. 그러나 약해진 발굽 모양은 체중을 지탱하는데 오래도록 어려움을 겪게 한다. 제염염으로 인한 가시적인 변화는 뒤틀린 발굽 홈패임, 발바닥의 피멍과 뼈정다리 보행이다. 잘못된 사료 섭취가 주요 원인이며 치료를 위해 발굽 삭제를 필수적으로 요하는 질병이다.

3) 지간부란

발가락 사이의 피부염이고 지간 사이 위쪽 발목 중간 아래쪽이 별절게 부어오른다. 심한 파행을 보이며 조기에 치료하면 일반적으로 영구적인 상처 없이 치료될 수 있다. 환축은 포르말린 욕조 소독처리를 하면 상처에 악영향을 줄 수도 있으니 유의해야 한다.

3. 임상증상

발굽 질병의 첫 번째 증상은 파행이며, 이러한 파행은 한 개 또는 두 개 이상의 발굽에서 발병하느냐에 따라서 심각성은 매우 다양하다. 부제병은 한 우군의 한 마리 또는 수많은 비율의 젖소에 감염될 수 있다. 만약 한 마리의 소가 파행 증상을 보이면 농장주는 발굽에 못, 철사, 타박상 또는 그 이외의 다른 손상이 있는지를 확인해 보아야 한다.

급성 부제병에 의해서 발생한 파행은 발굽이 종창되고, 발굽의 조직이 충혈되는 현상을 볼 수 있다. 심한 경우에는 발굽 위에 심한 악취가 나는 농을 볼 수 있으며, 식욕 감소와 체중 감소 그리고 체온 상승이 나타날 수 있다. 감염이 멈추지 않으면 발굽의 심부 조직까지 침투하여 하나 또는 그 이상의 관절에 확산되어 만성 관절염을 일으킬 수 있다.

4. 예방

발굽 질병의 예방을 위해서는 무엇보다도 발굽 손상과 타박상을 줄이는 사양관리가 필요하다. 일반적으로 발굽은 기후, 사육환경 요인에 따라서 차이는 있으나 보통 1년에 6~7cm 정도 자라기 때문에 연 2회 정도 손질하여야 한다. 특히, 발굽 연부조직의 스트레스를 줄이기 위하여 체중이 많이 나가는 소는 정기적으로 발굽을 관리해야 한다.

또한 발굽 손상을 예방하기 위해서는 톱밥 등을 사용하여 우사를 편평하게 해야 하고, 운동장에 흙을 쌓아 배수를 촉진시키는 것과 소가 누울 곳을 건조하게 유지해 주어야 한다. 특히, 우사가 진흙이 되지 않도록 물탱크 주변과 운동장 배수 관리를 하는 것이 부제병 발생을 감소시키는데 있어서 도움이 된다. 또한, 겨울철 물탱크 주변의 거친 운동장이 얼게 되면 발굽이 타박하게 되어 높은 부제병 발생의 원인이 될 수 있다. 그러므로 이러한 원인에 의한 발굽 손상을 예방하기 위해서는 톱밥 등을 사용하여 우사를 편평하게 하고, 소가 누울 곳을 건조하게 유지해 주어야 한다.

그러므로 사료조와 물탱크 주변에 시멘트 바닥을 하는 것이 진흙 상태를 예방하고, 착유실 쪽에 발굽 소독조를 설치하여 부제병 예방에 도움이 될 수 있다. 물 4리터에 1Kg 정도의 황산구리를 녹이거나 40% 포르말린 3.785리터를 물 34리터에 혼합하여 소가 걸을 수 있는 위치에 설치하면 된다. 이 소독조에 진흙이 없고 약물 농도가 유지되도록 관리하면 부제병 예방에 좀 더 효과적이다. 하지만 이러한 용액이 유방에 접촉되면 유두가 트거나 갈라지는 현상이 발생할 수 있다.

요오드를 순화시킨 ethylene diamine dihydroiodine (EDDI)를 일일 두당 50mg를 급여하는 것도 부제병 예방에 효과적인 것으로 알려져 있지만, 사료 중에 EDDI를 급여하는 것이 부제병 근절에 효과적이지 못할 수도 있다. 또한 이러한 제제를 과량 섭취하면 호흡기를 자극하여 폐렴, 기침, 식욕 저하, 눈물이 많이 나올 수도 있다. 또한 좋은 영양공급이 부제병 예방에 도움을 준다. 따라서 뼈와 조직의 건강을 위해서 적당한 양의 칼슘, 인, 비타민 A가 모든 소들에게 적절히 급여되는지를 확인해야 한다.

5. 치료

우선 파행하는 젖소는 철사, 못 등과 같은 물질이 발굽에 있는지를 확인하고 가능하면 빠른 시간 안에 치료를 실시해야 한다. 일반적으로 페니실린과 스트렙토마이신 복합제나 또는 옥시테트라사이클린 계열의 항생제가 초기에 적당한 용량으로 치료가 되었을 때 효과가 높은 것으로 알려져 있다.

설파제를 정맥 주사하고 동시에 페니실린 또는 옥시테트라사이클린으로 3일 동안 보리스로 치료했을 때 가장 좋은 효과를 나타내었으며, 테트라사이클린 또는 클로르 사이클린과 설파제 복합제도 효과가 있는 것으로 알려졌다. 미국의 미주리대학의 연구에 의하면 부제병 발병초기에 치료를 했을 경우에 대부분이 3~4일 안에 회복이 되지만 치료시기가 3일 지연되었을 경우에는 7일 뒤에 재치료가 필요하고 회복은 10~12일 정도 지연된 것으로 조사되었다. 이와같이 부제병이 만성화되는 것을 예방하기 위해서는 조기 치료가 필요하다.

제7장 기생충 감염에 의한 피해 및 예방대책

1. 기생충 질병 관리의 필요성

봄철에는 사료 섭취율이 증가하고, 겨울철 우사 내 사육이 많음으로 인하여 알레르기, 빈혈, 질병 면역력 감소의 원인이 되는 내부 및 외부 기생충에 대한 구제가 필요하다. 실제로 봄철에 우사의 소들이 피부를 자주 혀로 핥고 이런 행동에 이어 원형 탈모나 몸 일부에 털이 빠져 소의 모양이 보기 흉한 경우를 자주 관찰하게 된다.

이는 소 피부에 기생하는 외부기생충 또는 곰팡이 감염에 의한 것이 대부분이다. 기생충 감염시 소에서 탈모 현상이 나타나면 폐사 등 눈에 보이는 큰 피해는 나타나지 않는다. 하지만, 섭취한 사료의 영양소 흡수 장애로 인한 발육부진으로 인한 생산성 저하로 큰 피해를 받게 된다.

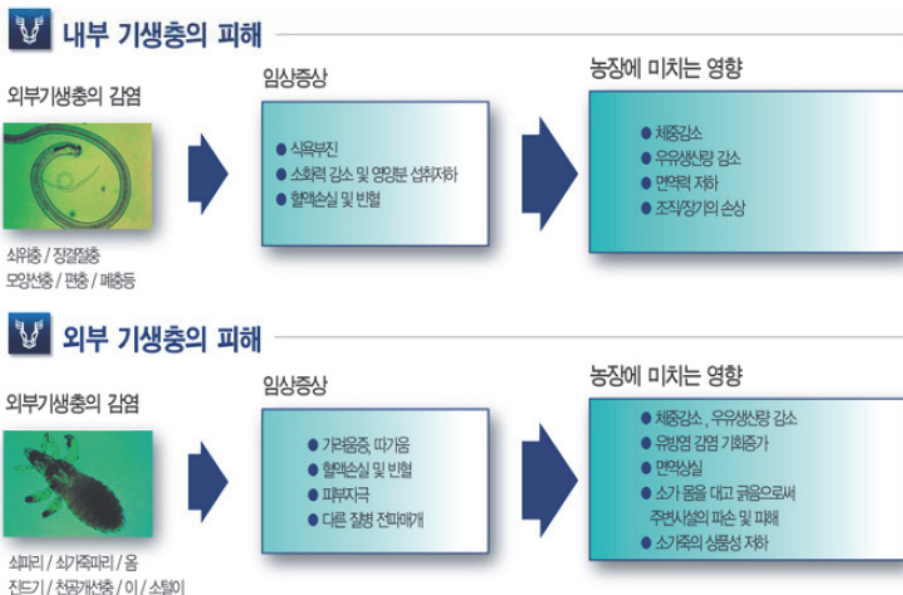
또한, 조사료로 볏짚을 이용하는 우리나라의 경우에는 소의 간에 기생하면서 소의 영양소를 빼앗는 간질충과 같은 내부 기생충 감염률이 높다. 또한, 최근에는 송아지에서 콕시듐 감염에 의한 설사 발생도 많아지고 있는 실정이다. 이러한 피해를 예방하여 소의 건강을 유지하고 생산성을 높이기 위해서는 무엇보다도 농가에서는 최소한 봄과 가을철에는 내외부 기생충에 대한 구제를 실시해야 할 것이다.

2. 기생충 감염이 젖소의 건강에 미치는 영향

기생충은 기생부위, 숙주 등에 따라 많은 종류가 있으며 그에 따른 증상도 매우 큰 차이를 나타낸다. 일반적으로 선충, 편충, 간질충, 콕시듐 등의 내부 기생충은 소의 몸속에 있으면서 생명 유지 및 우유 생산 또는 성장에 필요로 하는 영양소를 섭취함으로써 소의 영양소 부족을 초래하여 생산성 감소의 원인이 된다. 특히, 소는 개방형 축사에서 가공되지 않는 사료를 주로 섭취하기 때문에 내부 및 외부 기생충에 대한 감염 노출이 상대적으로 높다. 젖소에 있어서 감염되는 기생충의 정도나 종류에 따라서 3~30%의 산유량 손실을 초래한다. 또한, 기생충은 알레르기, 빈혈, 질병 면역력 감소의 원인이 되기도 한다(그림 1).

외부 기생충은 흡혈을 하거나 각종 질병을 옮기는 역할을 하거나 가려움과 따가움과 같은 불쾌감을 주어 스트레스의 원인이 되며, 피부 자극, 혈액 손실 및 빈혈을 일으켜 소의 생산성 및 질병 발생에 큰 영향을 미치게 되면서 소의 적절한 건강관리를 위해서는 적극적인

기생충 관리가 더욱 필요하게 되었다. 그리하여 구충은 젖소 사양에 있어서 기본중의 기본이다.



〈그림 1〉 내부 및 외부 기생충에 감염에 의한 임상증상 및 농장의 경제적 피해

이와 같이 기생충에 의한 소의 직접적 피해는 흡혈, 영양분 탈취, 조직손상 등의 생산성의 저하는 물론 질병 유발의 원인이 되며, 지속적으로 감염되어 증상이 심하게 되면 결국에는 폐사에 이르게 된다. 또한, 기생충 감염은 소의 질병에 대한 저항력 감소를 초래하여 이차적으로 다른 질병에 쉽게 감염되어 추가적인 피해의 원인이 되므로 농가에서는 기생충에 대한 철저한 관리가 있어야 한다.

또한 동물의 영양 상태는 기생충의 저항 능력에 영향을 주게 된다. 즉, 비타민과 미네랄의 섭취상태는 기생충 감수성과 매우 밀접하게 연관되어 있다. 특히 코발트와 구리의 부족시에는 기생충 감염에 대한 감수성이 증가하게 된다. 또한 철의 영양 상태는 기생충이 위장 내 감염에 영향을 주게 된다. 기생충 감염에 대한 저항성을 높이기 위해서는 비타민 A, D 그리고 B 복합체의 급여가 필요하다.

3. 기생충 구제 방법

대부분의 내부 기생충은 감염된 동물의 분변으로 배설된 충란에 의해 축사 또는 방목지가 오염됨으로서 다른 동물에도 전파된다. 기생충에 의한 질병도 다른 질병과 마찬가지로 이미 감염된 상태에서 치료하는 것보다는 감염되기 전에 예방하는 것이 매우 중요하다. 일반적으로 내부 기생충 감염은 충란을 섭취함으로써 이루어지는 것으로 생각하기 쉬운데 이는 콕시듐 등 몇몇 기생충에 제한되며 주로 적당한 기온과 습도 조건에서 부화 발육하여 감염기 유충에 도달하거나 중간숙주에서 발육하여 섭취됨으로써 감염된다.

따라서 내부 기생충 감염을 예방하려면 축사 내·외부를 청결하게 하며 오염된 사료, 물, 깔짚 등에 의한 기생충 전파를 막아주어야 한다. 예를 들어 축사를 주기적으로 소독을 실시할 때 기생충의 충란까지 사멸시킬 수 있는 소독제를 선택해서 실시하는 것도 기생충의 감염을 예방하기 위한 좋은 방법이다. 또한, 구충제를 투여하기 전에 가능하면 분변검사를 통하여 감염 기생충의 종류 그리고 감염정도(중감염, 경감염)를 파악하는 것이 구충제 투여방법과 시기를 결정하는데 도움이 된다.

일반적으로 계절별 구충을 권장하는 이유는 다음과 같다. 봄철은 체내에서 휴식하고 있던 성충이 활성화 되어 충란을 배설하는 단계이다. 여름철에는 기후와 환경조건에서 충란의 부화 및 발육 단계로서, 이 시기는 기생충 감염이 가장 활발한 시기이다. 가을철은 실질적으로 기생충 유충이 숙주 체내에서 이행하는 시기로 피해가 가장 심한 시기이다.

겨울철은 숙주 체내에서 잠복하고 있는 단계이다. 사계절 특징이 있으므로 모든 시기에 구충을 하는 것이 기생충 관리에 효과적이다. 겨울철 구충은 봄철 축사 또는 방목지의 오염을 방지하는데 있어서 효과적이다. 이에 반하여 봄철은 사료 섭취율을 높이기 위한 충란을 제거하는 차원에서, 여름철에는 기생충 감염이 활발한 시기이므로 이를 예방하는 차원에서, 가을철에는 실질적인 피해 예방을 위해서 구충이 필요하다.

소에 대한 기생충의 구제는 <표 1>에서와 같이 기생충의 종류 및 사육방법 및 사육환경에 따라 실시해야 한다. 방목하고 있는 번식우는 방목 직전과 방목철 수시로 기생충 구제를 하고, 우사 내에서 연중 사육하고 있다면 3개월에 1회씩 전 두수에 대하여 구충제를 투여해 주어야 확실한 예방 및 치료 효과를 기대할 수 있다. 이중 봄과 가을철 구충은 매우 중요하므로 꼭 실시해야 한다.

그러므로 농가에서는 최소한 6개월 이상 된 모든 소에게 일년에 두번, 즉 봄과 가을에 정기적으로 구충을 해야 한다. 하지만, 기생충은 분변과 똥짚을 통해 수시로 감염될 수 있으므로 자주 구충을 해 주는 것이 예방에 있어서 가장 확실하고 효과적인 방법이다.

표 1 내부 및 외부 기생충에 대한 구제방법

구 분	구제 대상	구제 시기	구제 방법	기타
내부 기생충	송아지	생후 1개월 이내	광범위 구충제를 먹이거나 주사 또는 등위에 뿌림	방목우는 방목 실시 전후에 구충
	외부 구입우	구입후 1주일 이내		
	성우	매년 2회 (봄, 가을)		
외부 기생충	파리, 모기	여름철	우사, 퇴비장 약제살포(살충)	
	진드기	방목시	방목시 1, 2주 간격으로 약제 살포	
	웜, 이, 벼룩	연중	발생 우군 전체 우체 소독(우사 포함), 10일 간격으로 2회 살포	

기생충에 대한 효과적인 구제를 위해서는 무엇보다도 적절한 약제가 선택되어야 하는데 구충제는 각 성분별로 구제할 수 있는 기생충의 범위와 투여방법(경구 투여, 근육 또는 피하주사, 피부 도포), 투여시 유의사항이 다르므로 제품설명서를 참고하여 올바르게 사용하여야 한다.

내부 기생충 구제는 종합 구충제를 사료에 섞어 급여하는데 잘 먹지 않을 수 있으므로 급여 전날 오후에 사료를 주지 말고 다음날 아침에 오전 사료 급여량의 1/3에 구충제를 혼합 급여하면 한 번에 골고루 투여 할 수 있다.



〈그림 2〉 내외부 기생충 구제 방법

외부 기생충 구제는 따뜻한 날 분무기로 털이 흠뻑 젖게 뿌려주거나, <그림 2>에서와 같이 등줄기를 따라 구충액을 적정량 부어주면 내·외부 기생충 구제에 효과적이다. 일반적으로 송아지와 비육우는 내부 기생충의 구제를 위하여 알벤다졸 등을, 내부 및 외부 기생충 구제를 위해 이보멕 제제 등을 등에 뿌려준다. 잔류되지 않는 구충제도 있지만 초임우 및 착유우의 잔류문제 해결을 위하여 분만 1-2주전에 접종해야 한다. 또한, 기생충 구제는 동일 우군 내 전 두수를 일시에 해야 구충 효과가 크다.

기생충 감염은 소의 성장 및 우유 생산, 면역저하 등 생산성 저하의 원인이 되므로 정기적인 구충이 필요하다. 우리나라의 경우에 최근 지구온난화에 의하여 고온다습한 날씨가 일찍 찾아와 과거보다 때 이른 시기에 축사 내 또는 축체에 외부기생충의 서식이 적합해지면서 각종 기생충 감염으로 인한 스트레스로 소의 건강에 많은 문제를 일으키고 있다. 기생충에 의한 질병도 다른 질병과 마찬가지로 이미 감염된 상태에서 치료하는 것보다는 감염되기 전에 예방하는 것이 매우 중요하다.

봄과 가을철은 일년 중 사람과 소에 있어서 활동하기 가장 좋은 계절로서 농장의 수익성을 최대로 높일 수 있고, 소의 영양 및 건강 상태를 회복할 수 있는 가장 좋은 시간이다. 그러므로 농장에서는 소의 생산성 향상을 위하여 봄철과 가을철에 위생관리를 포함하여 구충을 적절하게 실시하여 더위 및 추위 스트레스를 준비하는 기회가 되어야 할 것이다.

제8장 위생 해충으로부터 젖소의 건강관리

1. 위생 해충의 종류

위생 해충이란 인간을 포함하여 가축이나 가금의 위생, 또는 식품위생에 직접적·간접적 해를 주는 곤충을 말한다. 위생 곤충으로 인한 피해의 내용에 따라 다음과 같이 분류되고 있다.

- 1) 흡혈성 곤충 : 혈액을 흡수하여 해를 주는 것으로서 모기, 등에모기, 파리, 이, 빈대 등이 알려져 있다.
- 2) 기생성 곤충 : 몸 외부에 기생하는 것과 몸 안에 기생하는 곤충으로서 몸 밖에 기생하는 것으로는 벼룩, 이, 반날개빈대, 이파리 등이 있고, 몸 안에 기생하는 것에는 쇠파리 등이 알려져 있다.
- 3) 병원체 전파 곤충 : 기계적으로 세균과 바이러스 등의 병원체를 몸에 부착시켜 전파하는 집파리, 황등에, 바퀴벌레와 같은 식품해충과 흡혈이나 자교때 이것들을 매개하여 병원체를 감염시키는 이, 빈대, 모기류, 초파리 그 밖의 위생곤충이 있다.
- 4) 자교성 곤충 : 벌, 침개미, 전갈 등과 같이 독액을 주입하는 것, 독나방 등과 같이 독침모를 가진 것, 입틀로 무는 개미, 거미, 지네 등이 알려져 있다.
- 5) 독액 분비성 곤충 : 곤충의 몸으로부터 독액을 분비하기 때문에 이것에 접촉하면 피부염이 생기는 개미반날개의 어떤 종, 하늘소붙이류, 가뢰류, 그 밖에 꼬리 끝에서 가스상 액을 내는 폭탄먼지벌레류가 알려져 있다.
- 6) 불쾌곤충 : 때를 지어 가옥 내에 침입하여 악취를 내는 노린재류와 천장에서 떨어져 음식물에 들어가거나 짜부라져 불쾌감을 주는 깍지벌레류, 진드기류가 알려져 있다.

2. 곤충 매개 질병 발생에 영향을 주는 요인

소에서의 질병 발생은 환경, 병원체(매개체), 숙주(동물) 3가지 요소에 의하여 결정된다. 일반적으로 사육환경이 악화되고, 질병 매개체를 포함하여 병원체가 증가하고, 소의 질병 저항력이 저하되었을 때 질병 발생 가능성이 높아진다. 하절기의 외부온도 상승, 강수량의 증가와 대기환경 중의 이산화탄소량의 증가는 <표 1>에서와 같이 병원체인 세균, 바이러스,

곰팡이, 기생충 등의 미생물과 매개체인 모기, 파리, 진드기 등 해충의 성장과 생존 및 활동조건을 증가하게 한다. 이러한 결과로 하절기에 젖소는 해충에 대한 노출이 많아지고, 야간 온도의 증가는 모기 등 해충의 이동 능력과 바이러스 전파 및 복제 능력이 향상되어 곤충 매개 질병 발생이 많아질 수 있다.

표 1 기후변화가 곤충 매개 질병 발생에 영향을 주는 요소

기후 변화	병원체, 숙주, 매개체에 대한 영향	질병 발생에 영향을 주는 요소
이산화탄소 증가	공기 중의 기온과 식물 및 생물의 증가	강수량과 온도 상승으로 매개 동물의 수명을 연장됨
기온 상승	더운 날씨는 길어지고, 추운날씨는 짧아지는 온난화 지역의 확장	매개동물 및 병원체 성장 빨라지고 활동기간 증가
		사료섭취량 및 음수량 등의 생리활동 감소로 질병 감수성 증가
		스트레스 호르몬인 코르티코스테로이드의 증가로 인한 면역세포 기능 저하로 질병에 대한 감수성 증가
강수량	불확실하지만 극단적인 강수량 증가	모기 품종의 변화를 초래하여 매개체 질병 전파 증가
		비위생적인 축사 환경 제공

우리나라의 경우 최근에 지구온난화의 영향으로 더위가 길어지고, 축사 주변의 도시화 그리고 잘못된 살충제의 사용에 의한 내성 증가 등의 원인으로 해가 갈수록 모기 및 파리 등의 해충 활동이 더욱 증가되는 추세이다. 이들 해충들은 흡혈을 하거나 각종 질병을 옮기는 역할을 하거나 가려움과 따가움과 같은 불쾌감을 주어 스트레스의 원인이 되며, 피부 자극, 혈액 손실 및 빈혈을 일으켜 젖소의 생산성 및 질병 발생에 큰 영향을 미치게 되면서 젖소의 적절한 건강관리를 위해서는 적극적인 해충 관리가 더욱 필요하게 되었다.

축사는 모기가 흡혈하고 휴식을 취하다 주변의 웅덩이나 오폐수가 모인 곳 등에서 산란을 하여 모기가 번식하고 활동하는데 있어서 가장 적당한 장소이므로 더욱 문제될 수 있다. 또한, 가축의 분노와 사료는 파리가 서식하기 좋은 환경이므로 목장에서 파리가 더욱 문제될 수 있다. 실제로 최근에 국내에서도 모기와 파리에 의한 해충 피해가 더욱 확대되어 소의 건강, 우유 생산, 우유의 안전성에 심각한 영향을 주고 있다. 따라서 이제는 하절기 방역 활동의 최우선 대상이 위생 해충이어야 하며, 목장에서 생산성 향상을 위하여 보다 적극적인 위생 해충 관리가 필요하다.

3. 위생 해충으로 문제되는 주요 질병

위생해충에는 앞서 언급된 내용처럼 수많은 종류가 있으며, 이들은 인류 역사와 함께 공존하고 있다. 위생해충 중 소에서 가장 문제되는 대표적인 해충으로는 모기, 파리, 진드기 등이 있다. 이러한 해충들은 흡혈에 의하여 피부 조직에 상처를 내어 염증을 일으켜 이차 세균 감염을 일으키거나, 타액을 분비하여 알레르기 반응을 일으키거나, 피부에 기생하여 옴, 구진, 농포 등 피부병을 일으켜 소의 건강에 직접적인 피해를 초래한다. 또한, 세균, 바이러스, 기생충 등 각종 질병의 원인체를 기계적으로 전파하거나 매개 질병을 발생시키므로 이에 대한 대책이 필요하다. 소에서 해충에 의해 주로 문제되는 질병의 종류 및 피해는 다음과 같다.

1) 모기

모기는 흡혈에 의하여 바이러스를 전파하여 소에서 각종 질병을 일으킨다. 또한, 소가 모기에 물릴 경우에는 발적과 종창을 일으키고 괴롭힘으로 인한 스트레스를 받게 되어 휴식에 심한 방해가 받게 되어 생산성 저하의 원인이 된다. 우리나라 소에서 주로 문제되는 모기 매개성 질병으로는 유행열, 아까바네병, 이바라기병, 출산병, 아이노바이러스감염증 등이 있다. 초여름에는 주로 유행열이 발생하며, 늦여름부터 늦가을 사이에 아까바네병이 주로 발생하여 후지 마비 등 신경증상을 동반한 기립불능증이 문제된다. 나머지 질병들은 우리나라에서 산발적으로 보고되고 있다.

유행열 바이러스에 소가 감염되면 보통 2~9일의 잠복기를 가진 다음 40~42℃의 고열이 12~18시간 정도 지속되며, 이러한 고열이 12~18시간 간격으로 2~3회 반복된 후 회복된다. 첫 번째의 고열기보다 두 번째 또는 마지막 고열기에 더 심한 증상을 나타낸다. 주요 임상증상은 호흡수 증가, 심박동 증가, 제 1위 무력증, 우울과 함께 눈물, 콧물, 침을 흘리고 근육경련, 경직, 파행 등을 보인다.

적절한 치료를 하지 않을 경우 1~3일간 누워 있고, 심한 경우에는 수일간 식욕을 절제한 채 주위 자극에 대하여 아무런 반응을 보이지 않는 수도 있다(그림 1). 보통은 2~3일 후면 후유증 없이 회복되나 간혹 후유증을 보이는 수도 있다. 폐사는 고온기 또는 회복기에 갑자기 발생하고 마비가 일어날 경우는 수일에서 수주까지 지속되기도 한다. 종모우에서는 고열로 인해 정자의 구조적인 결함이 생겨 6~8개월간 수태능력이 상실된다. 임신우에 있어서는 스트레스에 의하여 유산하기도 한다.



〈그림 1〉 유행열에 감염되어 원기소실로 인한 젖소의 기립불능 상태

젖소는 보통 임상증상 발현 후 산유량이 급격히 감소하여 발병 전 산유량의 70%가 감소하지만 임상증상의 소실과 함께 10일 정도 지나면 85~90%까지 회복한다. 유행열은 바이러스성 질환이므로 적절한 치료약이 없지만 임상증상에 따른 적절한 치료를 실시하면 회복된다. 즉, 발열과 호흡곤란시에는 해열제, 강심제, 진정제를 주사하고, 식욕감소에 따른 탈수예방을 위해 링거액 및 생리식염수를 2,000~4,000ml을 정맥 주사하도록 한다. 사지 관절에 통증이 있는 경우에는 아스피린과 2차 세균감염 방지를 위하여 항생물질 투여가 권장된다.

이바라기병은 발열, 궤양성 위염 및 식도근육이 마비되어 연하장애를 주증으로 하는 급성, 열성 전염병이다. 소에서는 주로 불현성 감염이 많고 발병률은 20~30%이다. 이 중 20~30%가 인후두 마비까지 나타내며 폐사율은 약 10%이다.

아까바네병은 모기 등 흡혈 곤충의 흡혈시 혈류를 통해 감염되면 일정한 기간 동안 바이러스혈증(viremia)을 나타내어 태반을 통해 태아로 감염되어 유산, 사산 및 신생동물의 관절 만곡과 뇌수두증후군을 주증으로 하는 질병이다. 이 질병의 발생은 8월부터 시작하여 다음해 3월 사이에 일어나며, 감염 초기에는 유사산이 많고, 후기에는 사산, 체형이상, 대뇌 결손을 나타낸다.

추잔병은 어미 소에서는 특별한 증상이 없으며 아까바네병에 비해 유산, 조산, 사산의 발생 빈도가 낮고, 관절, 척추만곡 등의 기형은 잘 나타나지 않지만 감염 송아지는 허약하여 자력으로 포유가 불가능하고 기립이 어려운 증상을 보인다. 또한, 간헐적인 간질양 발작과 머리와 목 부분의 선회운동 등 신경증상을 나타내기도 한다.

추잔병은 외관상 체형 이상을 보이지 않는다는 점이 아까바네병과 다르며 송아지의 시력 장애를 일으켜 안구의 백탁이나 눈이 먼 예가 많다. 이 질병은 동일우에서 재발생률이

적으며 주로 초임우에 다발한다. 또한 육우에 다발하며 젖소에서는 발생이 드문 편이다. 성우의 뇌척수에 감염되어 비화농성 뇌척수염을 유발하여 후지마비 등의 신경증상과 기립불능을 나타낸다.

아이노바이러스 감염증은 어미 소에서는 아무런 증상을 보이지 않지만 감염된 태아는 대뇌수두증과 관절만곡, 척추만곡, 소뇌결손을 나타낸다. 기립 불능, 안구진탕, 백혈구 감소증 등 아까바네병과 매우 유사한 증상을 나타낸다.

이러한 질병들은 모두 바이러스성 질병이므로 효과적인 치료약이 없으므로 예방약 주사와 더불어 모기 구제를 통한 예방책이 최선의 방법이다. 모기가 출현하기 전에 유행열, 아까바네병, 이바라기병, 추잔병, 아이노바이러스감염증에 대한 생백신 및 불활화백신을 소에게 접종하여 면역력을 높여 예방하는데 주력해야 한다.

다른 질병에서와 마찬가지로 소가 질병으로부터 방어되기 위해서는 충분한 수준의 항체 형성이 필요한데, 이러한 조건을 만족하기 위해서는 일차적으로 건강한 소에게 제조회사에게 권장하는 백신 방법에 의하여 적절하게(백신접종량, 주사부위 등) 주사되어야 하며, 2차 백신 접종 후 2~3주 정도의 시간이 필요하다. 만약에 이러한 조건이 형성되지 않으면 항체형성 수준이 낮아 이 질병에 감염될 수도 있다.

최근에는 모기의 출현 일자가 점차적으로 빨라지고 있기 때문에 보통 1차 접종은 모기 출현 전인 4~5월에 접종해야 하고, 전년도에 접종을 하지 않은 초임우 또는 미실시우 개체에 한하여 1차 접종후 3주 후인 5~6월에 2차 접종이 권장된다. 전년도에 백신 접종을 한 개체는 1회 보강 접종이 필요하며, 생백신의 경우에는 1차 접종만으로도 면역효과가 충분하다<표 2>. 위와 같이 모기 매개 바이러스 질병에 대비하기 위하여 모기가 출현하여 활동하기 전에 예방접종을 완료해야 한다.

표 2 모기 매개성 소 질병의 예방을 위한 백신 접종시기

질병명	백신유형	접종시기
소유행열	생백신	- 기초접종 : 건강한 6개월 이상의 소에 모기발생 시기 이전에 2~4주 간격으로 2회 접종
아까바네병		- 보강접종 : 기초접종이 끝난 소에 그 다음해부터 모기 발생시기 이전에 1회 보강 접종
아까바네병, 추잔병, 아이노바이러스감염증	3종 혼합 불활화백신	- 기초접종 : 건강한 6개월 이상의 소에 모기 발생 이전에 3주 간격 2회 접종 - 보강접종 : 기초접종이 끝난 소에 그 다음해부터 모기 발생시기 이전에 1회 보강 접종

2) 파리

파리는 세균, 바이러스, 기생충 등의 각종 병원체의 운반체로서 피부병과 유방염을 포함하여 각종 전염병을 기계적으로 전파하는 역할을 한다. 또한 흡혈파리는 흡혈을 통해 빈혈을 초래하며, 오염에 따른 사료의 영양 손실, 그리고 소의 피부에 접촉하여 괴롭게 함으로써 스트레스의 원인이 되어 식욕 저하에 따른 체중 감소와 우유 생산량 감소 등 생산성 저하의 원인이 된다. 특히, 소에게 여름철 피해를 주는 흡혈파리중의 하나인 쇠파리는 피부와 점막에 기생하여 소가 일상생활을 할 수 없을 정도로 힘들게 하여 일당 증체량이 떨어지거나 스트레스를 받게 되고, 심지어는 피부와 소화기관에 영향을 주게 된다. 쇠파리의 성충은 가축 피부, 퇴비장 등에 알을 낳아 부화하고 유충은 야생동물이나 소의 점막, 피부 및 소화기계통의 점막 등에 붙어 기생할 수도 있다. 쇠파리가 많은 경우는 종종 소의 눈에 알을 낳아 결막염 등을 일으키기도 한다. 흔히 쇠파리 구더기증 혹은 유충증이라는 질병을 일으키기도 하는데, 파리유충이 소 피부를 뚫고 체내에서 성장하여 피부손상, 독소생산 및 소의 체조직파괴 등의 손해를 준다.

그러므로 쇠파리는 반드시 구제를 해야 하는데, 그 방법은 쇠파리가 서식할만한 축사 내 퇴비장 등에 살충제를 분무하거나 이보멕제형 등 내외부 구충제를 소에게 주사하고, 소의 외부 피부에는 축체에 직접 살포하는 네구본이나 볼포 같은 외부기생충 구제제를 살포하면 된다. 소의 피부가 약간씩 볼록볼록 올라와 있고 가느다란 구멍이 있으면 이미 성숙유충이 피부에 살고 있는 것이므로 외부구충을 철저히 해야 한다.

3) 진드기

진드기류는 흡혈성일 뿐만 아니라 각종 병원체를 매개하며 소에 널리 기생하기도 한다. 우리나라에서 진드기가 매개하는 질병으로 소에서 주로 문제되는 질병으로는 바베시아병, 아나플라즈마병, 타일레리아병 등이 있다. 이러한 질병은 진드기가 감염된 소의 피부에 붙어 혈액을 흡혈한 다음 진드기에서 증식한 각종 감염형 원충이 다른 소를 흡혈할 때 감염되어 적혈구 안에서 분열 증식함으로써 적혈구를 파괴하여 용혈로 인하여 빈혈과 고열, 혈색소뇨(피오줌), 황달, 식욕부진 등의 특징적인 임상증상을 일으켜 생산성 감소와 더불어 심하게 감염되면 폐사에 이르게 된다.

한번 이 질병에 감염된 소는 평생 보균우가 되며, 재감염에 강하다. 현재까지 이들 질병에 대한 적절한 예방약이 없고 치료방법도 제한되어 있어서 목장에 이들 질병이 감염되면 지속적으로 상재하여 다양한 피해를 줄 수 있다. 따라서 이들 질병의 예방을 위해서는 정기적인 진드기 구제작업이 필요하며, 방목하는 목장에 있어서는 더욱 많은 관심과 관리가 있어야 할 것이다. 일반적으로 15~30일 간격으로 진드기 구제제로 젖소에게 분무 또는 약욕을 실시하는 것이 최선의 방법이다.

4. 위생 해충의 구제

1) 모기의 구제

모기 구제 방법에는 물리적, 화학적, 생물학적 방법이 있다. 물리적 방법은 모기 유충의 발생장소가 되는 웅덩이나 인공물을 변경 또는 제거시켜 모기의 발생장소를 차단하는 것이다. 즉, 모기 유충의 주요 서식지인 웅덩이, 늪, 기타 저지대의 매몰 또는 배수시설, 목장 주변에 있는 빈 깡통, 페타이어, 가축 배설물 등을 제거하거나 위생적인 방법으로 처리하는 것이다. 이러한 물리적 방법은 모기 유충단계에서 구제하는 것이기 때문에 가장 효과적인 방법이다.

따라서 농장에서는 모기가 서식할 수 있는 물이나 분뇨 배설물이 고여 있는 곳을 제거하는 것이 무엇보다도 모기 구제를 위해서는 가장 필요한 조치이다. 또한, 성충의 경우에는 우사에 모기가 좋아하는 특정한 빛(유문등)과 이산화탄소를 발생시켜 모기를 유인하는 포충기를 매달아 놓아서 모기를 구제하는 방법이 있다. 이러한 물리적 방법은 모기가 서식하거나 활동하지 못하도록 차단할 수 있는 방법이지만 100% 모기를 구제하는데 있어서는 현실적으로 불가능하다.

화학적 방법은 모기를 치사시키는 살충제와 성장억제제 또는 모기의 접촉을 차단하는 기피제 등을 사용하는 방법이다. 즉, 경유 속에 유기인계 살충제를 충분한 농도로 섞거나, 연막전용 살충제를 이용하여 모기가 주로 서식하는 하수구나 동물이 있는 축사 등에 1주일에 2~3회씩 연막방제를 하여 모기를 제거하는 방법이다. 이러한 화학적 방법은 농장에서 모기 구제를 위해 가장 일반적으로 많이 사용하는 방법이다.

생물학적 방법은 모기의 천적을 이용하여 모기 유충을 지속적으로 포획하게 하여 모기 유충밀도를 감소시키는 방법이다. 즉, 모기 성충을 잡아먹는 각종 새, 거미, 잠자리 등을 이용하거나 모기 유충을 포식하는 물고기 등을 이용하여 모기를 제거하는 것이다. 이러한 3가지 방법은 장단점이 있어서 한 가지 방법만으로는 모기를 완벽하게 구제하는데 한계가 있으므로 물리적, 화학적, 생물학적 방법을 혼용해서 사용하는 것이 효과적이다.

2) 파리의 구제

파리 구제 방법으로는 물리적인 방법과 화학적인 방법이 있다. 물리적인 방법으로 파리 구제를 위해서 농가에서 가장 우선적으로 해야 할 일은 파리의 서식장소를 없애는 것이다. 즉, 파리는 가축의 분뇨나 사료를 좋아하므로 가축의 분뇨와 허실된 사료 찌꺼기가 축사에

쌓이지 않도록 관리하는 것이다. 분뇨는 파리가 산란하기 전에 퇴비장으로 빨리 옮겨서 건조제와 함께 자주 뒤집어 주거나 생석회를 도포하고 또는 비닐을 덮어 퇴비의 온도가 45℃ 이상 되게 해주어야 한다. 하지만 축사 주변 환경을 위생적으로 관리해도 이러한 물리적인 방법으로는 현실적으로 파리를 100% 구제하기란 불가능하다.

화학적 방법에는 파리 구제를 위해 살충제를 사용하는 것으로서 유기인계(azamethiphos, bromophos, diazinon, fenchlorphos 등)와 피레스로이드계(bifenthrin, cypermethrin, cyfluthrin, deltamethrin, permethrin 등)가 사용되고 있다. 살충제 사용 농도 및 살포량은 제품별로 차이가 있으므로 제조사의 설명서에 준해서 사용해야 한다. 유기인계 살충제를 사용하는 것은 살충제의 냄새를 파리가 싫어하기 때문에 살충제를 분무해주면 파리가 일시적으로 날아오지 않고, 냄새가 사라지면 또 날아들기 시작한다.

그러므로 분변 구덩이 속에 있는 파리 구더기들을 죽이는데 한계가 있다. 살충제의 제형으로는 분무·연막제와 유인살충제로 구별되는데 연막용 살충제는 즉각적인 살충 효과보다는 위생 해충이 접근하지 못하도록 하는데 효과가 더 크다. 물에 희석해 분무하는 살충제는 연막용보다 살충 효과가 크고, 유인살충제는 페로몬이라 불리는 파리의 성호르몬과 살충 성분의 적절한 배합으로 파리를 유인하는 것으로서 물에 일정량을 녹여 파리가 많이 붙어 있는 벽면에 도포해 주면 농장의 파리 수를 줄이는데 효과적이다. 따라서 효과적인 해충 관리를 위해서는 비위생적인 해충 발생 장소를 제거하고, 감수성 있는 살충제를 축사 환경과 용도에 맞게 적절하게 사용하여 구제하는 두가지 방법이 병행되어야 한다.

3) 진드기의 구제

농장에서 진드기 매개 질병 예방을 위해서는 축사에 필요한 방충망 등을 설치하여 진드기 유입을 방지하거나 동물용 의약품인 진드기 구제제 이버멕틴(ivermectin), 사이퍼메트린(cypermethrin), 아미트라즈(amitraz)를 사용하여 가축의 약욕·주사 또는 분무살포하거나 사료혼합 급여를 통하여 진드기 구제에 힘써야 한다<표 3>.

이버멕틴 등 이러한 진드기 구제에 사용되는 약품들은 보통 체중 10kg 당 1ml를 소의 등(피부)에 뿌려주면 피부조직의 모세혈관에 흡수되어 전신으로 확산되어 있는 진드기, 빈데 등 각종 위생해충과 내외부 기생충의 신경전달물질의 작용을 방해하여 사멸시킨다.

표 3 진드기 구제 활용 가능한 동물용 의약품

주성분	제형	용법
Ivermectin	산제, 주사제	경구투여(사료혼합 급여), 피하주사
Cypermethrin	액제	분무
Amitraz	액제	분무, 약욕

축사 주변을 위생적으로 관리해도 현실적으로 파리, 모기, 진드기 등의 위생 해충을 100% 구제하기란 불가능하다. 그러므로 농장 상황에 맞게 앞서 언급한 물리적인 방법과 더불어 살충제를 적절하게 선택하여 해충을 제거하는 화학적인 방법을 병용해서 위생 해충을 구제해야 한다. 축산 현장에서 사용할 수 있는 살충제의 제형으로는 위생 해충을 유인하여 죽이는 유인제, 냄새로 가축에 접근하지 못하게 하는 기피제, 해충이 번식하지 못하게 하는 화학불임제 등이 있다.

이러한 제제들은 사용 방법에 의하여 분무와 연막용 살충제로 구분되어진다. 연막용 살충제는 파리와 모기에 모두 사용할 수 있지만 모기에 더 효과가 있고, 즉각적인 살충효과보다는 위생해충이 접근하지 못하도록 하는데 효과가 더 크다. 이에 반하여 물에 희석해 사용하는 분무용 살충제는 연막용보다 살충 효과가 크다. 이러한 살충제들을 축사 환경과 용도에 맞게 2~3일 간격으로 사용하면 해충을 제거하는데 있어서 매우 효과적이다.



부 록

제1장 하절기 젖소 사양관리

제2장 동절기 젖소 사양관리

제1장 하절기 젖소 사양관리

1. 하절기 젖소 사양관리의 중요성

날씨가 더워지면 소들의 사료섭취율 감소에 의하여 건강에 있어서 큰 짐이 되며, 결국에는 유량 감소와 유질 저하를 초래한다. 미국에서의 연구 자료에 의하면 고온스트레스에 의하여 젖소의 건물 섭취량은 6~30% 감소, 질병으로 인한 폐사율도 1.72% 증가하는 것으로 보고하고 있다.

최근 우리나라도 장기간 고온으로 인하여 젖소의 건강 및 우유 생산에 있어서 많은 어려움이 계속되고 있다. 우리나라가 점차적으로 아열대 기후가 되면서 지역별로 약간의 차이가 있지만 5월부터 10월까지 1년 중 6개월 간은 소들이 더위 스트레스를 받고 있는 실정이다.

그리하여 이 기간 동안 목장에서는 사양관리에 큰 변화가 없는데도 불구하고, 많은 피해가 발생하고 있다. 특히, 고능력우는 고온 스트레스에 더욱 민감하여 18℃에서부터 영향을 받는 것으로 최근에 보고되었다. 국내에서도 고능력우가 절대적으로 많아지는 현실을 고려할 때 고온스트레스에 대한 예방책이 더욱 요구되어진다.

2. 하절기 기후 환경 스트레스에 의한 젖소의 생리적 영향

젖소의 질병은 환경, 병원체, 소의 항병력 3가지 요소에 의해서 결정되는데 일반적으로 사육환경이 악화되고, 병원체가 증가하고, 소의 면역기능이 저하되면 질병 발생 가능성이 높아진다. 소에 있어서 면역기능 저하의 원인으로는 고온, 저온, 다습, 광선, 일교차와 같은 기상 조건과 소음, 미비한 시설 등 환경적 요인과 이유, 이동(수송 포함), 혼합 사육(우군 편성), 분만 등의 생리적 요인, 사료 영양적 요인, 그리고 기생충 감염과 같은 질병 요인 등이 있다.

송아지를 제외한 육성우, 번식우 등의 모든 소가 생산 활동을 하기 위한 가장 이상적인 최적 환경은 외기온도가 10~16℃이며, 습도는 60%이다. 만약에 최적 환경이 조성되지 않을 경우에 소는 사료섭취량이나 기초 대사작용 및 체온유지 기능 등 여러 가지 생리적인 활동을 통하여 스스로 적응하려 하지만 극복할 수 없을 정도로 젖소에게 부담이 되는 상태는 스트레스로 작용된다.

여름철의 높은 외기 온도와 습도는 체내 대사 과정에서 발생하는 열과 함께 소의 체온을 상승시키는 원인이 되며, 소는 체온을 적당한 상태에서 일정하게 유지하기 위하여 <표 1>에서와 같은 몇 가지 생리활동에 변화가 나타난다. 우선, 체온조절을 호흡에 의해서 조절하려고 한다. 외기 온도가 16℃ 이상으로 올라가면 10℃ 증가할 때마다 분당 호흡수가 약 2배로 증가하게 되며, 40℃에서는 10℃에 비해 5배가 증가하게 된다. 즉, 소에 있어서 가장 효과적으로 열을 외부로 배출하는 방법으로는 입을 벌리고 혀를 헐떡여서 호흡수를 증가시키거나, 땀을 흘리는 방법이 있다. 하지만 소는 땀샘이 잘 발달되지 있지 않으므로 헐떡거림이 열을 배출하는 가장 주요한 방법이다.

호흡수 증가와 더불어 침 흘림 증가, 직장체온 상승, 사료섭취량은 감소하고 대신 물 섭취량은 증가한다. 또한, 장기로의 혈액 흐름과 활동량이 감소하고, 누워 있기보다는 서 있게 된다. 특히, 소는 사료섭취 후 제1위의 소화과정에서 생기는 발효열, 기초 대사열, 성장과 우유 또는 송아지 생산 등의 활동에 의하여 높은 열을 발생하는데 여름철에는 높은 외기 온도와 함께 소의 체온을 상승시키게 된다.

따라서 소는 이러한 환경에 적응하기 위하여 활동을 줄이고 제1위에서 발생하는 발효열을 줄이기 위해 사료 섭취량을 줄인다. 일반적으로 젖소의 사료 섭취량은 외기 온도가 20℃ 이상으로 올라가면 점차로 감소하기 시작해서 25℃ 이상이면 3~10% 감소되고, 35℃ 이상이 되면 10~35% 감소되고, 38℃에서는 완전히 중지된다. 특히 기호성이 떨어지고 열 발생률이 높은 조사료 섭취량이 떨어진다. 또한, 30℃가 되면 고온 스트레스에 의하여 적온에 비하여 소화율이 20~30% 정도 저하된다.

표 1 더위 스트레스에 따른 젖소의 생리활동 및 생산성 반응

구분	적온시	고온시	변화율 (%)
○ 체온(℃)	38.6	39.9	3.3
○ 호흡수(회/분)	32.0	94.0	194.0
○ 채식량(Kg)			
- 농후사료	9.7	9.2	5.1
- 건초	5.8	4.5	22.4
○ 우유생산효율(%)	59	38	35.4
○ 유량(Kg)	18.4	15.7	14.6
○ 유지방량(Kg)	0.63	0.83	39.7
○ 무지고형분량(Kg)	1.59	1.29	18.9
○ 유단백질량(Kg)	0.59	0.49	16.9

이러한 사료 섭취량 감소는 총 타액량의 감소를 초래하여 제1위 내 타액 유입량을 감소시켜 제1위의 산성화를 초래하여 반추위산성증을 초래하게 된다. 이와 더불어

체온조절을 위해 많은 양의 에너지가 소모되므로 소는 영양소 부족 또는 불균형에 직면하여 산유량 감소 등 부작용이 나타난다. 젖소의 직장온도가 1℃ 상승함에 따라 1일 산유량은 1kg씩 감소되고, 산유 능력이 우수한 소에서는 더욱 현저하게 나타난다.

또한, 더위로 인하여 젖소의 내분비 계통의 비정상적으로 발정 행위가 감소되고, 정상보다 5~6시간이 짧은 12~13시간으로 감소한다. 또한, 젖소의 발정 증상이 저녁과 새벽에 발정되기 때문에 발정 행위 관찰이 어렵다. 이외에도 직장온도 상승으로 인하여 수태율 저하와 자궁에서의 태아사 증가 등 번식에도 부정적인 영향을 주게 된다. 따라서 더위 스트레스를 해결하지 않는 한 소들의 건강 문제와 생산성 향상을 가져올 수 없다.

3. 소에 있어서의 고온 스트레스 기준 및 영향

고온 스트레스 기준은 일반적으로 온도와 습도의 상관관계를 이용한 지수식이 이용되고 있다. 이와 같이 온도 뿐만 아니라 습도에 의해서도 불쾌지수를 결정하는 이유는 습도가 높아지면 땀이 나와도 증발이 잘 이루어지지 못하여 체온을 낮추지 못하기 때문이다. 일반적으로 소에서의 고온 스트레스 지수(Cattle heat stress index)의 계산 공식은 다음과 같다. 소 고온 스트레스 지수=온도-[0.55-(0.55×상대습도/100)]×(온도-58.8)이다. 예를 들면 온도가 24℃이고 습도가 50%를 나타내면 고온 스트레스 지수는 70이 된다.

일반적으로 고온 스트레스 지수가 72 이상이면 경미한 스트레스를 받기 시작하며, 76 이상이면 산유량이 감소하며, 90 이상이면 심한 고온 스트레스를 받게 되는 것으로 알려져 있다<표 2>. 우리나라의 여름철 평균 습도가 70~80%인 점을 감안해 보면 외부 온도가 22℃일 때에 불쾌지수가 70이 되므로 국내에서는 늦은 봄철에서 이른 가을철까지는 소들이 고온스트레스를 받을 것으로 예측된다.

표 2 고온 스트레스 지수에 따른 젖소의 영향

고온스트레스 지수	스트레스 수준	고온 스트레스에 따른 영향
< 72	없음	
72~79	경미한 수준	소들이 그늘을 찾고, 호흡수와 혈류흐름이 증가하고 유량이 감소하기 시작함
80~89	중증 수준	타액생산과 호흡수 증가(분당 100회 이상), 사료섭취량 감소(10% 감소)와 물 섭취량 증가, 체온상승, 우유 생산과 번식효율 저하
90~98	심한 수준	체온(39.4℃ 이상) 상승, 호흡수 증가, 과도한 타액 생산으로 인하여 소들이 매우 불편해 하고, 사료섭취량 감소(25% 감소)로 우유생산과 번식효율 급격히 감소
> 98	위험 수준	폐사 가능성이 있음

* 출처 : www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.3Cattle.pdf

실제적으로 국내에서 일일 평균 최고기온이 22℃ 이상인 계절은 5월 상반기부터 10월 중순까지였으며, 일일 평균 기온이 22℃ 이상을 나타내는 계절은 6월 중순부터 9월 초순까지였다. 또한, 한낮의 일일 최고 온도가 33℃ 이상을 나타내는 폭염의 빈도가 증가하였으며, 9월에도 폭염이 발생하였다. 그리고 과거에 비하여 최근에는 평균기온이 높아져서 기온 상승에 따른 고온 스트레스 빈도가 더욱 많아졌다. 위와 같이 최근 우리나라의 기후조건이 북태평양 고기압의 영향에 의하여 점차적으로 아열대로 전환되면서 5월 하반기부터 10월 초까지 고온 스트레스에 직접적으로 영향을 받을 것으로 추정된다.

4. 고온 스트레스 해소를 위한 사양관리 방법

소에게 고온 스트레스를 주는 요인으로는 앞서 언급한 외부 온도와 습도, 바람(공기의 흐름) 등의 기상 조건과 더불어 고온 스트레스 지속 기간, 한밤의 온도 냉각 정도, 실제 축사에서 온도, 습도, 공기 흐름 상태, 소의 크기와 밀사 여부, 물의 이용성, 소의 품종과 피모의 길이 및 색깔, 고온 스트레스 이전의 우유 생산량과 사료 섭취량 등 다양한 요인이 있다. 따라서 고온 스트레스 해소를 위해서는 이러한 다양한 요인들이 고려되어야 하지만 목장에서 가장 실질적으로 관리할 수 있는 핵심 내용으로는 소의 노출을 줄임으로써 체감 온도를 낮추고 사료 섭취율 저하 문제를 최소화하는 것이며, 이러한 관점에서 물, 축사시설 및 사료 급여 관리 방법의 개선이 필요하다.

가. 물 이용성을 높인다.

젖소가 급수조를 통해 마시는 물의 양은 총 요구량의 80~90%를 차지한다. 사료 내의 수분 함량이 증가하면 음수량은 감소된다. 젖소의 음수량은 유량과 매우 밀접한 관련이 있으며, 일반적으로 우유 1kg을 생산하는데 있어서 필요로 하는 음수량은 2.3~3.0kg 정도이다. 여름철에는 높은 외기 온도에 의해 증가된 체내 열을 체외로 발산시키기 위하여 소는 땀을 흘리거나 호흡수를 증가시키지만, 이러한 활동은 체내 수분을 급격히 감소시키기 때문에 충분한 양의 물을 필요로 한다. 일반적으로 여름철 고온으로 인한 소의 물 요구량은 적온(5~15℃)시의 요구량에 비하여 최고 25~50%정도까지 증가한다.

따라서 소에게 충분한 물 공급을 위하여 <그림 1>에서와 같이 우사 내 또는 운동장에 언제든지 자유롭게 섭취할 수 있도록 충분한 크기의 급수조가 설치되어야 한다. 또한, 물 섭취량을 높이기 위하여 ① 착유 후 1시간 이내에 일일 음수량의 30~50% 정도를 집중적으로 섭취하며, 음수량은 분당 4~15리터 정도를 섭취하게 되므로 착유실 출구근처에

수조를 추가로 설치한다. ② 사료조로부터 급수조 설치장소가 멀리 떨어져 있을 경우에 젖소가 급수기에 접근하는 횟수가 줄어들게 되어 음수량이 제한될 수 있으므로 사료조에서 최소한 15m 이내에 설치되어야 하고, 급수조의 길이는 두당 50~60cm 정도, 높이는 60~80cm 정도가 적당하며, 젖소가 최적의 음수량을 유지할 수 있도록 15~20두당 1개 이상의 급수조에서 분당 11~19 리터의 물이 공급되도록 설치해야 한다. ③ 깨끗하고 신선한 물을 공급하고 유지하기 위하여 물통에 녹색 조류(이끼)가 끼지 않도록 자주 청소를 해야 한다. 만약에 소들이 물을 핥아먹는다든지 등의 물 섭취행동의 변화를 보이거나 사료섭취량이 감소할 경우에는 물 섭취에 문제가 있는 것을 의미하므로 원인을 점검해서 개선해야 할 것이다.



〈그림 1〉 충분한 물 공급을 위한 대형 급수조의 설치

나. 축사시설 관리를 통하여 체감온도를 낮춘다.

1) 그늘막 설치

그늘은 복사열을 막는 가장 기본적인 방법이며 그늘막을 설치함으로써 직접 햇빛을 받는 경우보다 복사열을 30% 가량 줄일 수 있으므로 젖소의 운동장 또는 방목장에 그늘막을 설치하는 것은 여름철의 고온 스트레스를 줄이는데 매우 큰 도움이 된다. 만약에 그늘 면적이 좁으면 그늘진 곳에 소가 몰리고 배설물이 증가하여 운동장 바닥이 질어지게 되어 여러 가지 부작용이 속출하게 된다. 그러므로 농가에서는 〈그림 2〉에서와 같이 우사 내부 면적의 1/2 수준이 되도록 차광재를 씌워주어야 한다.

또한, 그늘막을 설치할 때 고려해야 할 중요한 사항은 그늘막의 위치와 방향이다. 그늘막은 남북방향으로 두당 5㎡ 이상의 면적으로 높이 4m 이상으로 1~2%의 경사가

유지되도록 급수기 주변에 설치해야 한다. 사료와 물섭취율에 영향을 주지 않기 위하여 사료급여조와 급수조 주변에는 그늘막을 꼭 설치하여야 한다.



〈그림 2〉 복사열 차단을 위하여 지붕에 차광막 설치

2) 환기 개선 및 체감온도를 낮추기 위한 선풍기 설치

적절한 환기는 송아지나 성우를 위한 우사 등 우군이 머무는 곳의 신선한 공기의 순환 유지에 있어 매우 중요하다. 분뇨 가스, 병원균, 먼지, 부적합한 온도관리, 통풍이 나쁜 구조는 모두가 우사에 좋지 않은 환경을 야기한다. 적절한 환기 작업을 위해서 신선한 공기의 유입이 함께 병행되어야 한다. 우사 내, 특히 계류식 우사에서 덥고 습한 공기는 지속적으로 건조하고 시원한 외부 공기와 순환되어야 한다. 따라서 효과적인 기계 환기시스템은 선풍기, 컨트롤 박스와 함께 구성된다.

축사는 소들이 배출하는 분뇨와 소 호흡에 의한 공기의 변화에 의하여 상대적으로 대기의 온도와 습도보다는 높고, 이산화탄소와 메탄가스 등 유해가스도 많이 발생하여 고온 스트레스가 가중되므로 환기를 개선해야 한다. 공기의 흐름(풍속)은 체열과 함께 체감온도에 영향을 준다. 풍속의 증가는 체감온도를 낮추게 하므로 고온기에 우사 내의 공기흐름 속도를 증가시키는 일은 더위 대처 수단으로 가장 먼저 해야 할 일이다.

환기 개선을 위하여 선풍기의 설치 간격은 선풍기 용량과 소의 밀집 사육 정도에 따라서 고려되어야 한다. 일반적으로 직경 1m의 크기의 선풍기를 분당 풍량 330m³, 초당 풍속 2~3m가 되도록 축사 면적 50m²당 1대씩 축사의 바람 부는 방향을 등지게 하여 바닥에서 2.7m 높이로 수직 방향보다 약간 기울인 15°~30° 각도로 소가 많이 모이는 사료섭취 장소, 계류장, 착유대기장 등의 우사 천정에 설치하도록 한다(그림 3).

하지만 선풍기 사용은 소들이 물기에 젖어 있거나 외부의 온도가 소의 체온보다 낮을 때에만 효과적이다. 따라서 낮에는 온도가 높아 대형 선풍기를 이용해도 소의 체온을 저하시키는 것은 곤란하다. 하지만 체열이 가장 많이 축적되는 저녁 무렵부터 야간에 걸친 대형 선풍기 사용은 체온저하에 효과적이다. 무더운 날씨에 대형 선풍기의 사용의 주목적은 체감온도를 낮추기보다는 공기흐름을 원활하게 하여 환기를 개선하기 위한 것이다.



〈그림 3〉 최적의 환기 개선을 위한 올바른 선풍기 설치

축사 환기상태를 점검하기 위하여 환경 평가가 필요하다(그림 4). 일반적으로 바람은 풍속계나 연기로 측정하고, 산소 농도는 이산화탄소를 측정하여 확인한다. 이산화탄소는 정상적인 공기에 300ppm 정도의 비교적 많은 양이 함유되어 있어서 상대적으로 쉽게 측정할 수 있고, 축사 내부에 이산화탄소가 증가한다는 것은 산소 농도가 줄어든다는 것을 의미하므로 환기를 측정할 때 산소를 대신하는 지표로 널리 사용되고 있다. 축사에서 이산화탄소 농도가 1,000ppm 내외로 유지되었을 때 양호한 것으로 판단하고 있다.



〈그림 4〉 축사 내부에서 이산화탄소 농도 측정을 통한 환기상태 평가

환기를 최적 상태로 유지하기 위해서는 첫째, 목장 외부 대기 중 상대습도가 낮은 공기를 자연 환기 또는 선풍기를 이용하여 축사 우사 내로 유입하여 습도를 낮추어야 한다. 둘째, 운동장 바닥에 있는 분뇨를 자주 제거하고, 왕겨, 톱밥 등을 우사 바닥재로 사용하여 건조하게 유지함으로써 상대 습도를 낮추어야 한다. 셋째, 젖소 사육밀도가 습도에 영향을 줄 수 있는 중요한 요인이므로 소들이 적정 사육 공간에서 사육될 수 있도록 우사의 크기 또는 사육 두수를 조절하여 가능한 밀사되지 않도록 적절한 우군 편성을 해야 한다.

3) 분무기 설치

외부 온도가 높을 경우에는 선풍기를 이용해도 소의 체온을 저하시키는 것은 곤란하다. 무더운 여름에 대형 선풍기 사용의 주요 목적은 체감온도를 낮추기보다는 공기 흐름을 원활하게 하기 위한 것이다. 그리하여 최근에는 기온이 약 29.4℃ 이상 올라갈 때 젖소의 체감 온도를 낮추기 위하여 진공펌프를 이용하여 압력을 발생한 다음에 분무장치를 설치하여 일정 간격으로 열은 안개를 분출시켜서 기화열에 의해 주위 온도가 내려가도록 유도하는 장치가 권장되고 있다<그림 5>.

하지만 분무량이 많아서 바닥이 젖어서 습도가 높아지면 오히려 문제가 발생하므로 물을 적게 사용하여 분무하도록 해야 한다. 일반적인 우사 내 분무 권장 방법은 2분간 분무하고 10분간 쉬는 것이다. 기온이 약 29.4℃ 이상 올라갈 때에는 특별히 매 15분마다 10~15초간 젖소 등위로 물을 뿌려주어 체온을 낮추는 방법도 권장되고 있다.



〈그림 5〉 젖소의 체감온도 저하를 위한 안개분무장치의 설치

다. 사육밀도를 조절하여 체감온도를 낮춘다.

젖소 사육밀도가 온도와 습도에 영향을 줄 수 있으므로 소들이 적정 사육 공간에서 사육될 수 있도록 우사의 크기 또는 사육두수를 조절해야 한다. 특히, 최근에는 고온스트레스에 따른 번식 문제로 특정한 시기에 건유됨에 따라서 건유우사에 건유우들이 밀집 사육됨에 따라서 극심한 운동 부족으로 인한 후구 근육의 약화로 분만직전 기립불능증이 발생하거나, 반추위 운동의 급격한 저하에 따른 분만 직후 제4위전위증이 발생할 수 있다.

또한, 우사에 앉을 자리가 없어 장시간 기립 상태를 유지하다 보니 제염염 및 지간부관 등과 같은 뒷발굽 질병이 발생하거나, 밀사에 의해 다른 건유우들과의 마찰에 의한 스트레스로 조기 분만이나 유산 및 면역 능력 저하로 산전 유방염이 발생할 수 있다. 따라서 목장에서는 우사 환경으로부터 젖소 체표면의 오염을 최소화하고, 젖소의 복지가 보장되기 위하여 <표 3>에서와 같이 일정 규모의 사육 공간을 갖추도록 해야 한다. 만약 기존 건유우사가 이를 수용하지 못할 경우에는 임시 건유우사라도 운용해야 한다. 일반적으로 권장되는 건유우의 축사밀도는 깔짚우사의 경우에는 두당 13.5㎡, 후리스톨의 경우에는 8.3㎡ 사육 공간이 제공되어야 할 것이다.

표 3 성장단계별 두당 가축 사육시설 소요 면적

(단위: ㎡)

시설형태	경 산 우		초 임 우 (13~24월령)	육 성 우 (7~12월령)	송 아 지 (3~6월령)
	착유우	건유우			
깔 짚	16.5	13.5	10.8	6.4	4.3
계 류 식	8.4	8.4	8.4	6.4	4.3
후리스톨	8.3	8.3	8.3	6.4	4.3

* 출처 : 농림축산식품부 권장기준

라. 사료 배합비와 급여 방법을 조절하여 섭취율을 높이고 발효열을 줄인다.

여름철 외부 기온 상승시 소는 열을 방출하기 위하여 호흡수가 증가되어 이산화탄소 배출량이 많아진다. 이와 더불어 조사료 섭취량 감소와 농후사료 섭취량 증가로 사료 중 섬유소를 분해하는 반추위 내 미생물 활동이 멈추며, 이러한 세균의 활동 중지가 반추위 내의 젖산의 생성 증가로 반추위 내 산도가 산성화되고, 반추운동 저하에 의하여 타액 생산량이 감소됨으로 인하여 제1위내 산도가 5.5 이하로 떨어지는 반추위산성증과 유지율 저하를 초래하게 된다. 증가된 젖산은 혈관으로 이행되며, 혈액으로 이행된 젖산은 혈관

활동 촉진기질(호르몬과 유사)로서 작용하여 모세혈관의 수축과 확장을 증가시킴으로써 결과적으로 모세혈관 파열을 유도하여 발이 성장하는 부분에 혈액의 공급이 줄어들게 된다.

이러한 혈액 공급의 감소는 조직에 필요한 산소와 영양분의 공급을 줄어뜨리게 하여 발의 성장을 비정상적으로 만드는 등 발굽에 부정적인 영향을 준다. 특히, 하절기 이후에 제염염을 보인 젖소의 경우 발병 40~60일 전에 급성 산성증에 의한 이차적 영향일수도 있다. 제염염 이외에도 사료 섭취율 저하, 간농양, 제4위전위, 영양소 흡수부전, 클로스트리디움 감염증, 갑작스런 폐사에 이르기까지 반추위산성증에 의하여 매우 다양한 문제가 발생하게 된다.

유지율 감소와 반추위과산증 예방을 위해서 다음과 같은 내용의 사료 배합비와 사료급여 방법을 조절하는 것이 필요하다. ① 반추위 발효열을 최소화하기 위하여 양질의 조사료 급여 및 섬유소가 함유된 사료 급여량을 줄인다. ② 에너지 보강 차원에서 보호지방을 추가 급여한다(단, 총 건물량의 5.0~5.5%를 초과하지 말 것). ③ 에너지 및 단백질 보강 차원에서 농후사료 급여량을 약간 늘린다. ④ 반추위 적정 산도 유지를 위한 중조 등의 완충제를 급여한다. ⑤ 무더운 기후조건 하에서 젖소는 물을 많이 마시고 체내의 발산이 많아지고 많은 양의 광물질을 상실하므로 칼륨(K), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 등이 함유된 광물질 제제가 충분하게 공급되도록 해야 한다. ⑥ 소화효율 향상을 위해 효모제 등의 급여가 권장된다.

또한 사료급여 방법에 있어서도 여름철에는 다른 계절보다도 사료 섭취량을 높이기 위하여 신선하고, 기호성이 좋은 양질의 조사료가 최우선적으로 급여되어야 한다. 또한, 사료 섭취율 감소와 소화율 향상, 체열 발생량 감소를 위해 사료를 여러 번 나누어서 급여하거나 계속해서 자유로이 섭취할 수 있도록 해야 한다. 이와 더불어 한낮의 더울 때에 사료를 급여하는 것 보다 상대적으로 시원한 이른 아침과 저녁에 사료를 급여하고, 사일리지 등의 수분이 많은 발효사료는 오래 두면 변질되기 쉬우므로 1~1.5시간 내에 다 먹을 수 있는 분량으로 자주 급여하여야 한다.

5. 모기, 파리 등으로 인한 해충 스트레스를 줄이자

하절기에는 모기, 파리 등 해충의 번식과 활동이 매우 유리하다. 최근에는 고온다습한 날씨가 일찍 찾아와 주위 환경이 모기 및 파리 서식에 적합하게 되었다. 따라서 여름철에는 모기 및 파리에 대한 구제 대책이 있어야 할 것이다.

모기 구제 방법에는 물리적, 화학적 방법이 널리 이용된다. 물리적 방법은 모기 유충의 발생장소가 되는 웅덩이나 인공물을 변경 또는 제거시켜 모기의 발생 장소를 차단하는 것이다. 즉, 모기 유충의 주요 서식지인 웅덩이, 늪, 기타 저지대의 매물 또는 배수시설, 목장 주변에 있는 빈 깡통, 페타이어, 가축 배설물 등을 제거하거나 위생적인 방법으로 처리하는 것이다. 이러한 물리적 방법은 모기가 서식하거나 활동하지 못하도록 차단할 수 있는 방법이지만 100% 모기를 구제하는데 있어서 현실적으로 불가능하다.

화학적 방법은 모기를 치사시키는 살충제와 성장억제제 또는 모기의 접촉을 차단하는 기피제 등을 사용하는 방법이다. 즉, 경유 속에 유기인계 살충제를 충분한 농도로 섞거나, 연막전용 살충제를 이용하여 모기가 주로 서식하는 하수구나 동물이 있는 축사 등에 1주일에 2~3회씩 연막 방제를 하여 모기를 제거하는 방법이다. 이러한 화학적 방법은 농장에서 모기 구제를 위해 가장 일반적으로 많이 사용하는 방법이다.

파리 구제를 위한 물리적 방법으로는 농가에서 파리의 서식 장소를 없애는 것이다. 즉, 파리는 가축의 분뇨나 사료를 좋아하므로 가축의 분뇨와 허실된 사료 찌꺼기가 축사에 쌓이지 않도록 관리하는 것이다. 분뇨는 파리가 산란하기 전에 퇴비장으로 빨리 옮겨서 건조제와 함께 자주 뒤집어 주거나 생석회를 도포하고 또는 비닐을 덮어 퇴비의 온도가 45℃ 이상 되게 해주어야 한다. 하지만 축사 주변 환경을 위생적으로 관리해도 이러한 물리적인 방법으로는 현실적으로 파리를 100% 구제하기란 불가능하다. 그리하여 유기인계와 피레스로이드계 살충제를 이용하여 화학적인 구제를 하는 것이다.

살충제 사용 농도 및 살포량은 제품별로 차이가 있으므로 제조사의 설명서에 준해서 사용해야 한다. 유기인계 살충제를 사용하는 것은 살충제의 냄새를 파리가 싫어하기 때문에 살충제를 분무해주면 파리가 일시적으로 날아오지 않고, 냄새가 사라지면 또 날아들기 시작한다. 그러므로 분변 구덩이 속에 있는 파리 구더기들을 죽이는데 한계가 있다. 살충제의 제형으로는 분무·연막제와 유인살충제로 구별되는데 연막용 살충제는 즉각적인 살충 효과보다는 위생 해충이 접근하지 못하도록 하는데 효과가 더 크다.

물에 희석해 분무하는 살충제는 연막용보다 살충 효과가 크고, 유인 살충제는 페로몬이라 불리는 파리의 성 호르몬과 살충 성분의 적절한 배합으로 파리를 유인하는 것으로서 물에 일정량을 녹여 파리가 많이 붙어 있는 벽면에 도포해 주면 농장의 파리 수를 줄이는데 효과적이다. 따라서 효과적인 해충 관리를 위해서는 비위생적인 해충 발생 장소를 제거하고, 감수성 있는 살충제를 축사 환경과 용도에 맞게 적절하게 사용하여 구제하는 두가지 방법이 병행 되어야 한다.

하절기 환경 스트레스 해결을 위한 노력이 소의 생산성을 높이거나 유지함으로써 양축가 여러분의 재산을 보존하는 것임과 동시에 경제적 이익을 창출하는 지름길이라는 것을 명심하면서 농장 여건을 고려하여 가장 쉽게 할 수 있는 것부터 하나하나씩 실천하는 것이 필요하다.

제2장 동절기 젖소 사양관리

1. 동절기 젖소 사양관리의 중요성

날씨가 추워지면 송아지를 비롯하여 성우는 추위로부터 체온을 일정하게 유지하기 위하여 사료 섭취량 증가, 피하지방의 증가와 말초 혈류량의 감소, 장기 혈류량의 증가, 갑상선 및 부신피질 등에서의 산열성 호르몬의 분비 촉진과 대사활동 증가 등 다양한 생리적 반응을 나타낸다. 어린 송아지는 체온 조절기구 자체가 아직 충분히 발달되어 있지 않기 때문에 추위에 대한 저항성이 낮다. 성우에 있어서는 건유우보다 착유우가, 착유우에서는 유량이 많을수록, 나이 많은 고령우보다 젊은 소가 상대적으로 추위에 강하다.

이와같이 연령, 성장단계, 비육단계 등의 요인에 따라 추위의 영향을 받는 정도는 다양하다. 하지만 일반적으로 어린 송아지는 8℃ 이하, 건유우는 2℃ 이하, 착유우의 경우 4% FCM(보정유량) 유량이 각각 10kg, 20kg일 때 -4℃, -10℃에서 영향을 받으며, 저온에 대한 생산 환경 한계온도는 일반적으로 젖먹이 어린 송아지 5℃, 육성우와 초임우 -10℃, 착유우 -13℃로 알려지고 있다<표 1>.

표 1 생육단계별 젖소의 적정 온도 및 한계온도

성장단계	생활 적정온도(℃)	생산 환경 한계온도(℃)	
		저온	고온
젖먹이 어린 송아지	13~25	5	30~32
육성우 및 번식우	4~20	-10	32
성우나 비육우	10~20	-10	30
착유우	0~20	-13	27

젖소가 추위 스트레스를 받게 되면 사료 섭취량이나 기초대사 작용 및 체온유지 기능 등을 통하여 스스로 적응한다. 하지만 지속적으로 추위에 노출되면 체온유지에 필요한 만큼의 사료 섭취량을 증가시키지 못하게 되어 생산기능 및 면역유지 기능 등에 부정적인 영향을 미치게 된다. 즉, 한냉 조건 하에서의 그에 따른 영양공급이 이루어지지 않으면 착유우는 체온유지에 필요한 에너지량이 증가하여 비육에 소비되는 에너지량이 상대적으로 감소하기 때문에 유량이 저하되고, 송아지와 육성우는 성장장애와 각종 질병에 쉽게 노출된다. 그러므로 목장에서는 동절기라는 점을 감안하여 추위로부터 젖소와 목장 시설물을 보호하여 젖소의 산유량 감소를 줄이고 고품질 우유를 지속적으로 생산하여 목장의 수익성을 적정하게 유지하도록 노력해야 할 것이다.

2. 환경 관리

목장이 개방형 우사 형태로 이루어져서 기온이 영하로 떨어지면 추운 날씨와 더불어 바람이 부는 경우에 상대적 체감온도는 더욱 낮아져 소에게 추위 스트레스를 더욱 가중시키게 된다. 예를 들면, 외기온도가 -1℃이지만 풍속이 시속 8km와 16km이면 체감온도는 각각 -3℃와 -8℃로 풍속에 의한 체감온도는 크게 상승된다(표 2). 따라서 목장에서는 찬바람에 노출될 경우에 송아지 및 젖소의 체온 관리에 문제가 될 수 있으므로 소들이 생활하는 장소는 감기식 커튼, 비닐 시트, 모포나 콘파넬 등으로 직접 틈새 바람이 들어가지 않도록 해야 한다.

표 2 저온시 풍속에 따른 체감 온도표

풍속 km/hr	실기온(온도계상 기온) °C						
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23
8 (2.2m/초)	9	2	-3	-8	-5	-21	-26
16(4.4m/초)	4	-2	-8	-15	-22	-29	-34
24(6.6m/초)	2	-5	-12	-21	-28	-34	-41
32(8.8m/초)	0	-8	-16	-23	-31	-37	-45
40(11.1m/초)	-1	-9	-18	-26	-33	-39	-48
48(13.3m/초)	-2	-11	-21	-28	-36	-42	-51
56(15.5m/초)	-3	-12	-21	-29	-37	-44	-54
64(17.7m/초)	-3	-12	-22	-29	-38	-47	-56
72(20.0m/초)	-4	-13	-22	-30	-39	-48	-57
80(22.2m/초)	-4	-14	-23	-31	-40	-48	-68

※ 출처 : Ontario Ministry of Agricultural

특히, 갓 태어난 송아지의 체온은 생후 3일까지 39℃ 정도 유지된다. 이후 사료의 섭취량에 따라서 체온이 약간 떨어지게 된다. 즉, 많은 사료를 섭취할 경우 체온이 오르게 되고, 사료의 섭취가 적을 경우에 체온이 떨어지게 된다. 송아지에 가장 알맞은 환경온도는 13~25℃이다. 신생 송아지가 추위에 견딜 수 있는 한계온도는 5℃인데 만약 환경온도가 그 이하로 떨어질 때는 체온 방산을 억제하기 위하여 털이 곳곳이 서고 혈관이 수축하게 된다. 따라서 송아지 우사에 대해서는 적정 온도 관리가 필요하다. 따라서 송아지의 우사는 햇빛이 잘 드는 곳과 외풍이 없는 곳에 위치해야 하며, 송아지 우사 내에 깔짚을 충분히 깔아주어 한기와 습기를 막아내야 한다. 또한, 보온 및 외풍 방지에 더욱 신경을 써야 한다.

우선 겨울철에는 송아지 우사의 적정 온도 관리를 위하여 보온등을 설치하고 청결한 깔짚을 충분하게 사용하여 송아지 복부의 체온이 낮아지는 것을 방지할 필요가 있다. 특히, 겨울철은 낮과 밤의 온도 차이가 크므로 송아지 우사 내의 온도 변화를 적게 해야 한다. 신생 송아지는 축적 에너지가 없어서 체온 조절 능력이 매우 떨어지기 때문에 외부 온도 관리를 포함하여 위생적 환경 관리를 위해 송아지에게 가장 이상적인 것은 개체별 송아지 방을 만들어 주면서 보온등을 커주는 것이다.

일반적으로 권장되는 송아지 방의 크기는 가로 240cm, 세로 120cm, 높이 90cm 정도이며, 지붕이 있는 곳(보통 100cm)에 보온등을 달아주어 보온관리를 해주는 것이 바람직하다. 이와 더불어 동절기의 경우에는 야외의 풍속이 약해도 송아지 우사의 틈새로부터 불어오는 풍속은 수배~10배 가까이 되는 경우가 있다. 이러한 경우 틈새 바람에 송아지가 접촉하면 체온을 빼앗겨 체력의 저하나 호흡기 질병 등을 유발한다.

또한, 겨울철에는 온도가 영하로 떨어져서 우사 바닥에 깔짚과 분뇨가 얼어서 딱딱한 고형물을 형성하게 되면 우사 바닥의 청결과 소의 활동에 장애를 주게 된다. 특히, 미끄러짐의 위험성 때문에 젖소의 승하 행위 감소에 따른 발정행위 감소로 번식성적의 저하를 초래하게 된다. 그러므로 목장에서는 우사 바닥이 얼지 않도록 하고, 바닥이 얼게 되면 트랙터 등을 이용해 동결된 분뇨 등을 파쇄하고 우사 바닥 표면을 고르게 하고, 미끄럼 방지를 위해 톱밥 등을 깔아주거나 2~3일 간격으로 정기적으로 로터리 작업이 필요하다. 또한, 심한 추위에는 후리스톨의 통로에 분뇨가 쉽게 얼어붙는 경우가 많이 발생한다. 이를 방지하기 위해서는 무엇보다도 분을 제거하는 횟수를 늘리거나, 배변 직후에 분을 제거하는 방법 또는 외기온도가 상승하는 오후에 청소하는 등의 대책이 필요하다.

육성우를 비롯하여 착유우 우사에 있는 소들이 겨울철에 우사 한쪽으로 몰려 있으면 이는 우사의 환기 불량이나 외풍이 심할 수 있으므로 이에 대한 보완책이 필요하다. 특히, 착유우 우사 내 환기 및 외풍 관리가 이루어지지 않으면 암모니아 가스가 증가하거나 추위에 따른 에너지 손실로 젖소의 면역기능 저하에 따른 폐렴 등 각종 질병 발생 가능성이 상대적으로 매우 높아지게 된다. 또한, 식욕 저하에 따른 사료섭취 부족으로 우유 생산량 감소에 의한 생산성 저하의 원인이 될 수 있다.

환기 불량일 경우에는 적절하게 환기시키고, 외풍이 있을 경우에는 바람막이 설치 등의 조치가 필요하다. 특히, 국내 대부분의 목장이 개방형 우사 형태로서 기온이 영하로 떨어질 경우에 추운 날씨와 더불어 바람이 불면 상대적 체감온도는 더욱 낮아져 소들의 추위 스트레스가 더욱 가중된다. 또한, 착유장 퇴장로가 찬바람에 노출될 경우에 유방세척 및 침식소독에 의한 수분 잔여에 의한 유방 동상이 발생할 수 있으므로 커튼 등을 설치하는 등 문제점 보완대책의 조치가 필요하다.

3. 사료급여 및 영양관리

겨울철에 젖소는 추위에 대처하기 위해 열을 생산하는 대사 작용이 활발해진다. 따라서 적정 온도보다는 에너지 보충과 제1위 내의 발효열을 높여 체내 산열량을 증가시키기 위한 사료 급여가 필요하다. 만약에 이러한 조치가 취해지지 않으면 겨울철 온도가 낮아질수록 산유량이 더욱 감소될 것이다. 즉, 한냉 조건하에서의 유량 감소는 기본적으로는 체온유지에 필요한 에너지량이 증가하여 비유에 소비되는 에너지량이 상대적으로 감소하기 때문에 유량이 저하된다.

외부 기온이 0℃ 수준으로 떨어지면 <표 3>에서와 같이 체중 600kg의 소에서 산유량 27kg, 유지율 3.7% 기준일 때, 유지요구량을 적온에 비하여 110% 정도, 그리고 -5℃와 -10℃에서는 118%와 126% 정도 증가시켜야 한다. 그러므로 한냉 환경 하에서는 젖소의 건물 요구량은 적온 조건에 비해서 -10℃에서 10%, -20℃에서 20% 증가시키는 것이 권장된다. 겨울철에 보호지방을 사료섭취 건물 중 5% 수준으로 급여하는 것도 에너지 보충을 위해서는 바람직하다.

표 3 온도의 변화에 따른 착유우의 유지요구량, 사료섭취량 및 산유량의 변화

온도(℃)	유지요구량 대비(%)	사료섭취량(건물 kg)	산유량(kg)	물섭취량(kg)
0	110	18.8	27	64
-5	118	19.3	27	63
-10	126	19.8	25	58
-15	133	20.0	23	55
-20	151	20.4	20	51

※ 체중 600kg, 산유량 27kg, 유지율 3.7% 기준

그러므로 목장에서는 다른 계절에 비하여 동절기 저온 스트레스에 따른 체내 에너지 소비량 증가를 대비하여 착유우에 있어서는 사료 중 에너지 및 광물질과 비타민을 추가 급여하는 등 농장의 실정에 맞게 배합비를 조절하여 건강 및 산유 능력이 지속적으로 유지될 수 있도록 해야 한다. 또한, 한냉 조건하에서는 채식량과 제1위 내의 발효열이 증가하므로 육성단계 이후의 소에서 건초 등의 거친 조사료를 충분히 섭취하도록 하여 반추위의 발달과 기능을 촉진하도록 한다. TMR 급여 농장에서는 이러한 목적을 달성하기 위하여 사료 입자의 크기도 다른 계절에 비하여 약간 거칠게 할 필요성이 있다.

포유중인 송아지의 경우에도 액상사료 급여량을 15% 정도 늘려 줄 필요가 있다. 또한 육성우의 경우는 건초 등의 조사료를 무제한 급여하는 것이 바람직하다. 특히, 국내 대부분의 젖소들이 개방형 우사에서 사육되고 있기 때문에 기온이 영하로 떨어지게 되면 추운 날씨와 더불어 바람이 불면 상대적 체감온도는 더욱 낮아져 영양적으로 송아지, 육성우, 착유우에 있어서 에너지와 비타민, 광물질, 물 섭취 부족이 발생하기 쉽다.

따라서 목장에서는 소의 성장과 체점수(BCS) 상태, 피모와 번식 상태(발정 및 수태율 등) 등을 고려한 사료의 적정 급여 여부를 점검하여 체력이 떨어진 소들이 빠른 시간에 회복될 수 있도록 별도의 추가적인 사료 급여 관리가 필요하다. 특히, 개체 관리에 있어서 상대적으로 어려움이 많은 TMR 급여에서는 착유우 개체별 산유량과 분변 상태 등을 고려한 에너지 및 단백질 균형 상태를 점검하여 적절한 사료 급여 관리와 더불어 적정 온도와 청결한 물 공급이 지속적으로 이루어질 수 있도록 만전을 기해야 한다. 소의 피모가 불량하고, 번식에 있어서 문제가 있는 농가에서는 비타민과 광물질 추가 급여도 고려해 보아야 한다.

한냉 환경 조건 하에서 송아지 혹은 육성우는 발육에 맞는 고단백질 사료를 급여하는 것이 바람직하며 그 중에서도 에너지 사료를 추가 급여하는 것도 매우 중요하다. 포유중인 송아지의 경우는 다른 계절보다도 대용유를 기존보다 20% 정도 증량하여 급여해 줄 필요가 있다. 또한 육성우의 경우는 건초 등의 조사료를 무제한 급여하는 것이 바람직하다.

4. 급수조의 적정 수온 유지

젖소에 있어서 물은 가장 중요한 영양소로서 우유 생산과 건강에 미치는 영향이 매우 크다. 송아지는 체내 수분 함량이 75~80% 정도이며, 정상적인 착유우의 경우에 체내 수분 함량은 체중의 80% 정도, 건유우는 체중의 56% 정도 차지한다. 또한, 젖소의 음수량은 유량과 매우 밀접한 관련이 있다. 일반적으로 우유 1kg을 생산하는데 필요로 하는 음수량은 2.3~3.0kg 정도이다. 일반적으로 젖소 마리당 물 섭취 요구량은 월령 또는 우유 생산량 및 외부 온도, 사료섭취 상태에 따라서 차이가 있지만, 송아지, 육성우, 착유우, 건유우의 음수요구량은 <표 4>와 같다. 또한, 젖소가 생산하는 우유에서도 88% 정도가 물이다.

표 4 송아지, 육성우, 착유우, 건유우의 음수요구량¹⁾

품종 및 성장단계별	월령 또는 유생산량	리터/일 ²⁾
홀스타인 송아지	1개월령	4.9~7.6
	2개월령	5.7~9.1
	3개월령	7.9~10.6
	4개월령	11.3~13.2
홀스타인 육성우	5개월령	14.4~17.4
	15~18개월령	22.3~26.8
	18~24개월령	27.6~36.3
홀스타인 착유우	22.7kg/일	90.7~102.1
	36.2kg/일	143.6~158.8
	45.3kg/일	181.4~196.6
건유우	임신 6~9개월	34.0~49.1

1) 출처: Adams, R.S 1986. Water Quality for Dairy Cattle. Pennsylvania state University

2) 물 섭취량의 많은 쪽은 건초사료(건물함량이 80% 또는 그 이상) 섭취시에 적용

이와 같이 물 섭취량은 젖소의 건강 및 우유 생산에 있어서 절대적 영향을 미치므로 항상 충분한 양의 깨끗한 물이 제공되어야 한다. 하지만 소는 기온이 하락하면 가급적 물을 섭취하지 않으려 한다. 이러한 원인은 차가운 물 섭취에 의해 체온이 뺏기는 것을 방지하기 위해서이다. 목장에서 물 섭취가 제한되었을 경우에는 젖소는 조사료 등의 사료섭취 감소로

인한 대사장애와 더불어 우유 생산량 및 유지방을 비롯한 유성분의 감소, 그리고 난포 성장이 부진함에 따른 번식장애를 초래하게 된다.

따라서 목장에서는 동절기 물 섭취 부족으로 인한 젖소의 생산성 감소 요인을 최소화하려면 소들이 물을 편안하게 충분히 섭취할 수 있도록 큰 용량의 급수조에 물이 항상 준비되어 있어야 한다. 특히, 충분한 물 섭취를 위해서 동절기 급수조의 물 온도 관리에 관심을 가져야 할 것이다. 젖소에 있어서 물 섭취량이 가장 많을 때의 물의 온도는 18℃(적정 음용수 온도 15~20℃)로 알려져 있다.

지하수의 온도가 보통 15℃ 내외이며, 급수조에 저류될 경우에는 수온이 이보다도 훨씬 낮은 온도를 유지할 수 있으므로 겨울철에는 전기 가온 급수기 등을 사용하여 급수조 물의 온도를 높여줄 필요가 있다. 젖소 목장의 경우 대부분의 급수시설이 개방식 우사에 설치되어 있기 때문에 동절기에 영하로 떨어지는 추운 날씨에 급수조의 물이 얼게 되어 물 섭취량 감소의 직접적 원인이 되기도 한다. 따라서 국내 목장에서는 일반적으로 젖소에게 적절한 물 섭취량이 유지되도록 동절기에는 외부온도 하강에 따른 체온감소를 고려하여 20℃ 정도의 수온으로 관리하고 있다.

또한, 동절기에는 외부 온도 하강에 따른 급수조의 동결 예방에 신경을 써야 한다. 즉, 급수조나 급수관 등 급수설비가 동파 또는 얼지 않도록 단열재를 이용하여 보온 조치하도록 하고, 급수조의 수온 관리를 위하여 수조에 전기히터기 등을 넣어 가열하거나 고정식 온수기를 설치하는 방법이 있다. 이러한 시공을 할 때에는 단열재나 히터, 코드 등을 소가 물어뜯지 않도록 해야 한다. 급수기의 동파 방지를 위해 설치한 열선 등에서 전기 누전으로 인하여 교류전류가 발생하게 되면 물 섭취량이 감소하게 되므로 누전이 발생하지 않도록 적절하게 설치하도록 한다.

만약 목장에서 소들이 갑자기 물 섭취량이 감소하거나 특정 급수기를 피하는 경우 또는 불안정하거나 고르지 못한 우유 배출, 젖소의 우사 출입 기피, 젖소의 행동이 불안한 경우에는 우사 내에서 누전이 되고 있을 가능성이 있으므로 전문가를 통해 누전점검을 실시해야 한다. 또한 후리스톨에서 많이 사용하는 평판식 급수조의 경우는 물을 지속적으로 흘려보내는 것으로도 동결을 방지할 수 있는데 흘러나간 물이 배수구로 확실히 빠지도록 하여 급수조 주위에 얼음이 생기는 것을 방지해야 한다.

또한, 급수조의 청결 상태가 불량한 경우에는 물 섭취량 제한 및 소화 장기의 미생물총의 변동을 초래하여 소화 및 대사에 영향을 주어 우유 생산에 부정적인 영향을 주므로 물통

청소를 주기적으로 해주어야 한다. 만약에 소들이 물을 핥아 먹는다면 등의 물 섭취 행동의 변화를 보이거나 사료 섭취량이 감소할 경우에는 물 섭취에 있어서 문제가 있는 것을 의미하므로 원인을 점검해서 개선해야 할 것이다.

일반적으로 젖소에 있어서 물 섭취는 직접 급수기를 통해 마시는 물의 양이 총 요구량의 80~90%를 차지한다. 젖소의 음수 행동은 환경에 의해서 약간의 차이가 있다. 일반적으로 일일 6~7회 정도 사료를 섭취하거나 착유 후 1시간 이내에 일일 음수량의 30~50% 정도의 물을 섭취하며, 한번 음수시 5~6리터 정도의 물을 섭취한다. 따라서 목장에서는 착유 후에 젖소가 최적의 음수량을 섭취할 수 있도록 착유실 출구 근처에 추가로 수조를 설치해야 할 것이다.

급수기의 크기는 착유시설 구조에 따라 고려되어야 하는데 2열 5두의 헤링본 시설의 경우에는 착유가 완료된 후에 5마리의 소가 동시에 나와 물을 충분하게 섭취할 수 있는 용량이어야 한다. 즉, 착유후 두당 젖소의 음수 섭취량을 약 30리터로 가정하면 급수조의 용량은 150ℓ 정도 되어야 한다. 또한, 젖소의 경우에 우군 내에서 서열 관계가 성립되기 때문에 15~20두당 1개 이상의 급수조 설치가 권장된다. 또한, 사료조로부터 멀리 떨어져 있을 경우에 젖소가 급수기에 접근하는 횟수가 줄어들게 되어 음수량이 제한될 수 있으므로 사료조에서 최소한 15m 이내에 설치되어야 하며, 급수조의 길이는 두당 50~60cm 정도, 높이는 60~80cm 정도가 적당하다. 젖소가 생산하는 우유의 원료의 기본은 물이다. 따라서 농가에서는 동절기에도 기온 하강에 따른 물 섭취량이 감소하지 않도록 사양관리에 있어서 만전을 기해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Aharoni Y, Arieli A, Tagari H. Lactational response of dairy cows to change of degradability of dietary protein and organic matter. *J Dairy Sci.* 76:3514-3522. 1993.
- Aldrich JM, Muller LD, Varga GA, Griel LC Jr. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. *J Dairy Sci.* 76:1091-1105. 1993.
- Bailey T, Nebel R, Walker W. New technology for managing heat detection. American Association of Bovine Practitioners proceeding. 168-173. 1995.
- Baker LD, Ferguson JD, Chalupa W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J Dairy Sci.* 78:2424-2434. 1995.
- Batajoo KK, Shaver RD. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J Dairy Sci.* 77:1580-1588. 1994.
- Baxter JD, Rogers GW, Spencer SB, Eberhart RJ. The effect of milking machine liner slip on new intramammary infections. *J Dairy Sci.* 75:1015. 1992.
- Bodoh GW, Batista WJ, Schultz LH. Variation in somatic cell counts in dairy herd improvement milk samples. *J Dairy Sci.* 59:1119. 1976.
- Booth JM. Control measures in England and Wales. How have they influenced incidence and aetiology? *Br Vet J.* 144:316. 1988.
- Bramley AJ, Dodd FH. Reviews of the progress of dairy science : Mastitis control-progress and prospects. *J Dairy Sci.* 51:481. 1984.
- Breau WC, Oliver SP. Growth inhibition of environmental mastitis pathogens during physiologic transitions of the bovine mammary gland. *Am J Vet Res.* 47:218-222. 1986.
- Broderick GA, Clayton MK. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci.* 80:2964-2971. 1997.
- Browing JW, Mein GA, Brightling P, Nicholis TJ, Barton, M. Strategies for mastitis control: Dry cow therapy and culling. *Aust Vet J.* 71:179-181. 1994.

- Butler WR, Calaman JJ, Beam SW. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J Anim Sci.* 74:858-865. 1996.
- Byers D. Enhancing reproductive efficiency by optimizing energy balance and dry matter intake. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 45-49 1995.
- Byers D. Three weeks prior and three weeks postpartum: What I do to optimize fertility in the next pregnancy. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1995.
- Canfield RW, Sniffen CJ, Butler WR. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 73:2342-2349. 1990.
- Carroll EJ. Environmental factors in bovine mastitis. *J Am Vet Med Assoc* 170:1143-1147. 1977.
- Cassel EK, Vough LR, Varner MA, Eickelberger RC, Manspeaker JE, Stewart LE, Douglass LW and Peters RR. A demonstration project of interdisciplinary dairy herd extension advising funded by industry and users. 3. Impact on mangement practices. *J Dairy Sci.* 77:2461. 1994.
- Chang BS, Moon JS, Kang HM, Kim YI, Lee HK, Kim JD, Lee BS, Koo HC, Park YH. Protective effects of recombinant staphylococcal enterotoxin type C mutant vaccine against experimental bovine infection by a strain of *Staphylococcus aureus* isolated from subclinical mastitis in dairy cattle. *Vaccine.* 26:2081-2091. 2008.
- Christensen RA, Lynch GL, Clark JH, Yu Y. Influence of amount and degradability of protein on production of milk and milk components by lactating Holstein cows. *J dairy Sci,* 76:3490~3496. 1993.
- Cortese VS. BVD Vaccination, some common sense approaches. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 138-141. 1996.
- Coulon JB, Agarbrriel C, Brunscwig G, Muller C, Bonaiti B. Effect of feeding practices on milk fat concentration for dairy cows. *J Dairy Sci.* 77:2614-2620. 1993.
- Cousins CL, Higgs TM, Jackson ER, Neave FK, Dodd FH. Susceptibility of the bovine udder to bacterial infection in the dry period. *J Dairy Res.* 47:11-18. 1980.
- Cousins CL, Thiel CC, Westgarth DR, Higgs TM. Further short-term studies of the influence of the milking machine on the rate of new mastitis infections. *J Dairy Res.* 40:289, 1973.

- Cummins KA, McCaskey TA. Multiple infusions of cloxacillin for treatment of mastitis during the dry period. *J Dairy Sci.* 70:2658-2665. 1987.
- Dado RG, Mertens DR, Shook GE. Metabolizable energy and absorbed protein requirements for milk component production. *J Dairy Sci.* 76:1575-1588. 1993.
- Dahl JC, Harrington BD, Jarrett JA. Milking machine function and analysis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 9:531. 1993.
- United states, Public Health Service. Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration. 1993.
- Depeters EJ, Ferguson JD. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J Dairy Sci.* 75:3192-3209. 1992.
- Dias FM, Allaire FR. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. *J Dairy Sci.* 65 : 136-145. 1982.
- Eberhart RJ, Harmon RJ, Jasper DE, Natzke RP, Nickerson SC, Reneau JK, Row EH, Smith KL, Spencer SB. Current concepts of bovine mastitis. 3rd ed. The National Mastitis Council. Arlington, Virginia. 1987.
- Eberhart RJ. Management of dry cows to reduce mastitis. *J Dairy Sci.* 69:1721-1732. 1986.
- Eberhart RJ, Buckalew JM. Evaluation of a hygiene and dry period therapy program for mastitis control. *J Dairy Sci.* 55:1683-1691. 1972.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Faver T, Webster G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 72:68. 1989.
- Eicher R, Bouchard E, Bigras-Poulin M. Factors affecting milk urea nitrogen and protein concentrations in Quebec dairy cows. *Prev Vet Med.* 39:53-63. 1999.
- Elrod CC, Butler WR. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J Anim Sci.* 71:694-701. 1993.
- Erberdobler HF, Braasch S, Trautwein EA. Concentration of urine, urea and free amino acids in milk as influenced by stage of lactation and breed of the cows. *J Animal Nutr.* 63:1-7. 1990.

- Erskine RJ, Eberhart RJ, Hutchinson LJ, Spencer SB. Herd management and prevalence of mastitis in dairy herds with high and low somatic cell counts. J Am Vet Med Assoc. 190:1411. 1987.
- Fenlon DR, Logue DN, Gunn J, Wilson J. A study of mastitis bacteria and herd management practices to identify their relationship to high somatic cell counts in bulk tank milk. Br Vet J. 151:17. 1995.
- Ferguson JD, Chalupa W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. J Dairy Sci. 72:746. 1989.
- Fernando RS, Sphar SL. Effects of milking interval on selected milk constituents from normal and infected quarters. J Dairy Sci. 66:1155. 1983.
- Fox LK, Gay JM. Contagious mastitis. Vet Clin North Am. 9:475. 1993.
- Freeze BS, Richards TJ. Lactation curve estimation for use in economic optimization models in the dairy industry. J Dairy Sci. 75:2984-2989. 1992.
- Fryman LR, Albright JL. Milking machines and milking practices in illinois. J Dairy Sci. 46:696. 1962.
- Fuhrmann T. Strategies for rearing co-mingled colostrum-deficient calves. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1996.
- Grandin T. Understanding cattle behavior makes handling easier. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1996.
- Gregoire AT, Mochrie RD, Elliott FI, Eaton HD, Spielman AA, Beall G. Effects of vacuum level and milking duration on milk production, milking time and rate of milk flow in mastitis-free first calf heifers. J Dairy Sci. 36:276. 1954.
- Grindal RJ. The role of the milking machine in mastitis. Br Vet J. 144:524. 1988.
- Guards C. Laminitis in dairy cattle: recognition of the disorder and management of the causative factors. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1995.
- Guterbock WM. The art of seeing: youngstock programs. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1995.
- Harmon RJ. Mastitis and genetic evaluation for somatic-cell count: Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. J Dairy Sci. 77:2103. 1994.

- Heuer C, Schukken YH, Dobbelaar P. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. J Dairy Sci. 82:295-304. 1999.
- Hof G, Vervoorn MD, Lenaers PJ, Tamminga S. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. J Dairy Sci. 80:3333. 1997.
- Hogan JS, Smith KL. A practical look at environmental mastitis. Comp Continuing Educ Pract Vet. 9:341. 1987.
- Hunt E. Bovine neonatal cryptosporidiosis. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1996.
- Jain NC. Common mammary pathogens and factors in infection and mastitis. J Dairy Sci. 62:128. 1979.
- Jamrozik J, Schaeffer LR. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. J Dairy Sci. 80:762-769. 1997.
- Jasper DE. Interrelationship of etiologic factors in bovine mastitis. J Dairy Sci. 53:1151. 1969.
- Jonker JS, Kohn RA, Erdman RA. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. J Dairy Sci. 82:1261-1273. 1999.
- Kang HJ, Hong S, Park D, Kim HY, Moon JS. Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Streptococcus* species isolated from bovine mastitis. Korean J Vet Serv. 45:181-189. 2022.
- Kang HJ, Kim HY, Hong S, Park D, Yoon SS, Moon JS. Comparison on prevalence and antimicrobial resistance of *Pseudomonas* spp. isolated from bovine mastitis milk in South Korea. Korean J Vet Serv. 44:133-140. 2021.
- Kang HJ, Kim JH, Byun YS, Lee H, Lee HY, Kim J, Hong S, Kim HY, Yoon SS, Moon JS. Development and evaluation of standard samples for quality control of automated total bacterial counter in raw milk. Korean J Vet Serv. 43:147-154. 2020.
- Kang HM, Moon JS, Jang GC, Kim JM, Song MD, Yang SY. Antibacterial effects of Terminaliae chebula extract against major pathogens and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from bovine mastitis milk. Korean J Vet Res. 45:113-119. 2005.

- Keery CM, Amos HE. Effects of source and level of undegraded intake protein on nutrient use and performance of early lactation cows. *J Dairy Sci.* 76:499-513. 1993.
- Kehrli ME Jr, Shuster DE. Factors affecting milk somatic cells and their role in health of the bovine mammary gland. *J Dairy Sci.* 77:619, 1994.
- Kennedy GA. Diagnostic considerations for bovine respiratory disease. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 142-146 1996.
- Kim ES, Kim JH, Byun YS, Park D, Kim HY, Yoon SS, Moon JS. Re-evaluation on conversion system of BactoScan and BactoCount for raw milk in South Korea. *Korean J Vet Serv.* 45:39-45. 2022.
- Kim HJ, Youn HY, Kang HJ, Moon JS, Jang YS, Song KY, Seo KH. Prevalence and Virulence Characteristics of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* in Bovine Mastitis Milk Compared to Bovine Normal Raw Milk in South Korea. *Anim.* 12:1407. 2022.
- Kinsel ML. Dairy cow postpartum disease: Definitions, decisions, dilemmas. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 3-7. 1996.
- Kristula M. Practical management of prepartum anionic diets for dairy cattle. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 102-105. 1996.
- Kwon NH, Park KT, Moon JS, Jung WK, Kim SH, Kim JM, Hong SK, Koo HC, Joo YS, Park YH. Staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*) characterization and molecular analysis for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and novel SCC*mec* subtype IVg isolated from bovine milk in Korea. *J Antimicrob Chemother.* 56:624-632. 2005.
- Langston VC. Treatment of endotoxemia. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1995.
- Larson SF, Butler WR, Currie WB. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J Dairy Sci.* 80:1288~1295. 1997.
- Lee ES, Kang HM, Chung CI, Moon JS. Antimicrobial susceptibility and prevalence of gram-negative bacteria isolated from bovine mastitis. *Korean J Vet Res.* 47:67-75. 2007.

- Lee G, Kang HM, Chung CI, Moon JS. Antimicrobial susceptibility and genetic characteristics of *Streptococcus uberis* isolated from bovine mastitis milk. *Korean J Vet Res.* 47:33-41. 2007.
- Lee JH, Jeong JM, Park YH, Choi SS, Kim YH, Chae JS, Moon JS, Park H, Kim S, Eo SK. Evaluation of the methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)-screen latex agglutination test for detection of MRSA of animal origin. *J Clin Microbiol.* 42:2780-2782. 2004.
- Lefcourt AM. Influence of contractility of papillary sphincter muscle on penetrability of the papillary duct in bovine quarter after machine milking. *Am J Vet Res.* 43:1573. 1982.
- Magee C, Sagi R, Scott NR, Gates RS. Bacterial transport within and among various teatcup and cluster assemblies during milking. *J Dairy Sci.* 67:2034. 1984.
- Marshall RT. Standard methods for the examination of dairy products. APHA. Washington DC. 1993.
- McVey DS, Reddy SK, Frossard JP, Minocha H. Immunology of bovine pestivirus infection. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 116-118. 1996.
- McVey DS, Chengappa MM. Vaccinology for bovine practitioners: Immunization for bacterial respiratory tract infection. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 152-154. 1996.
- Momont H, The normal periparturient cow. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1-2. 1996.
- Moon JS, Joo YS, Ku BG, Jang GC, Kim JY, Park YH. Effects of chitosan with intramammary infusion on mastitis in lactating cow. *J Korean Vet Med Assoc.* 36:706-713. 2000.
- Moon JS, Joo YS, Ku BG, Kim JY, Kim DW, Park YH, Hahn TW. A study on efficacy of chitosan on bovine mastitis. *Korean J Vet Res.* 38:71-76. 1998
- Moon JS, Kim HK, Koo HC, Joo YS, Nam HM, Park YH, Kang MI. The antibacterial and immunostimulative effect of chitosan-oligosaccharides against infection by *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis. *Appl Microbiol Biotechnol.* 75:989-998. 2007.

- Moon JS, Lee AR, Lym SK, Joo YS, Kang HM, Kim JM, Kim MN. Epidemiological investigation of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis based on the polymorphism of coagulase gene. Korean J Vet Res. 43:95-102. 2003.
- Moore DM, Varga G. BUN and MUN: Urea nitrogen Testing in dairy cattle. The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian. 712-721. 1996.
- Nam HM, Lim SK, Kang HM, Kim JM, Moon JS, Jang KC, Joo YS, Kang MI, Jung SC. Antimicrobial resistance of streptococci isolated from mastitic bovine milk samples in Korea. J Vet Diagn Investig. 21:698-701. 2009.
- Nam HM, Lim SK, Kang HM, Kim JM, Moon JS, Jang KC, Kim JM, Joo YS, Jung SC. Prevalence and antimicrobial susceptibility of gram-negative bacteria isolated from bovine mastitis between 2003 and 2008 in Korea. J Dairy sci. 92:2020-2016. 2009.
- Kim JM, Lim SK, Moon JS, Nam HM, Kang HM, Jang GC, Wee SH, Joo YS, Jung SC. Antimicrobial Susceptibility of Coagulase-Negative Staphylococci Isolated from Bovine Mastitis Between 2003 and 2008 in Korea. J Microbiol Biotechnol. 20:1446-1449. 2010.
- Nam HM, Moon JS, Joo YS, Park YH, Han HR. Effects of injectable β -carotene on mastitis in dairy cows. Korean J Vet Res. 46:149-158. 2006.
- Nebel RL, Mcgilliard ML. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. J dairy Sci. 76:3257-3268. 1993.
- Nelson AJ. Information needs of the dairy industry for health and nutrition management. J Dairy Sci. 77:1984-1991. 1994.
- Newbould FHS, Neave FK. The effect of inoculating the bovine teat duct with small numbers of *Staphylococcus aureus*. J Dairy Res. 32:171. 1965.
- Ng-Kwai-Hang KF, Hayes JF, Moxley JE, Monardes HG. Percentages of protein and nonprotein nitrogen with varying fat and somatic cells in bovine milk. J Dairy Sci. 68:1257-1262. 1985.
- Nishibu J. Current status of MUN utilization in Japan, Tokachi Federation of Agricultural Cooperative. Japan. 1998.

- Noakes DE. Fertility and Obstetrics in cattle. 2ed Blackwell Science Pub, Oxford. 1997.
- Nordlund K. Questions and answers regarding rumenocentesis and the diagnosis of herd-based subacute rumen acidosis. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1995.
- Nyhan JF, Cowhig MJ. Inadequate milking machine vacuum reserve and mastitis. Vet Rec. 29:122. 1967.
- Oetzel GR. Improving reproductive performance in dairy cattle via milk fever prevention. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 52-59. 1995.
- Oliver SP, Mitchell BA. Susceptibility of bovine mammary gland to infections during the dry period. J Dairy Sci. 66:1162-1166. 1983.
- Oliver SP, Sordillo LM. Udder health in the periparturient period. J Dairy Sci. 71:2584-2606. 1988.
- Olson JD. Metritis/Endometritis: Medically sound treatments. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 8-14. 1996.
- Oltner R, Wiktorsson H. Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. Livest Prod Sci. 10:457-467. 1983.
- Paape MJ, Wergin WP, Guidry AJ, Pearson RE. Leukocyte-Second line of defense against invading mastitis pathogens. J Dairy Sci. 62:135. 1979.
- Palmquist DL, Beaulieu AD, Barbano DM. Feed and animal factors influencing milk fat composition. J Dairy Sci. 76:1753-1771. 1993.
- Pankey JW, Drechsler PA. Evolution of udder hygiene: Premilking teat sanitation. Vet Clinical of North America. 9:519. 1993.
- Pankey JW. Hygiene at milking time in the prevention of bovine mastitis. Br Vet. 145:401. 1989.
- Pedron O, Cheli F, Senatore E, Baroli D, Rizzi R. Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows. J Dairy Sci. 76:2528-2535. 1993.

- Perino LJ, Rupp GP. Beef cow immunity and its influence on fetal and neonatal calf health. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 145-155. 1995.
- Peterson KJ. Mammary tissue injury resulting from improper machine milking. Am J Vet Res. 25:1002. 1964.
- Philpot WN, Nickerson SC. Mastitis counter attack. Babson BROS Co, Illinois, USA. 1991.
- Poore MH, Moore JA, Swingle RS, Eck TP, Brown WH. Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. J Dairy Sci. 76:2235-2243. 1993.
- Radostits OM, Blood DC. Herd Health, A textbook of health and production management of agriculture animal. W.B. Saunders company. 1985.
- Rice DN, Erickson ED. Antibiotic use in animals. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. 1997.
- Rice DN, Grant R. Dairy cow health and metabolic disease relative to nutritional factors. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. 1996.
- Rice DN, Rogers D. Common infectious diseases that cause abortions in cattle. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. 1993.
- Rice DN, White RG. Health management and recommended vaccinations for dairy replacements. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. 1997.
- Rice DN. Reproductive diseases in cattle. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. 1996.
- Risco CA. Management and economics of natural service sires on dairy herds. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 1996.
- Ropstad E, Vik-Mo L, Refsdal AO. Levels of milk urea, plasma constituents and rumen liquid ammonia in relation to the feeding of dairy cows during early lactation. Acta Veterinaria Scandinavica. 30:199-208. 1989.

- Rosenberger G. Gynaecological examination. Clinical examination of cattle. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 323~340. 1979.
- Saacke RG, Nadir S, Dalton J, Nevel RL, Bame J. Assessing bull fertility. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 194-204. 1995.
- Schukken YH, Vanvliet J, Vandegeer D, Grommers FJ. A randomized blind trial on dry cow antibiotic infusion in a low somatic cell count herd. J Dairy Sci. 76:2925-2930. 1993.
- Sears PM. Total quality management: AABP clinical mastitis guidelines and evaluation records to make treatment decisions. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 82-89. 1995.
- Smith KL, Todhunter DA, Schoenberger PS. Environmental pathogens and intramammary infection during the dry period. J Dairy Sci. 68:402-417. 1985.
- Smith KL, Todhunter DA. The physiology of mammary glands during the dry period and the relationship to infection. Proc. 21st Annu Mtg Natl mastitis Counc. 87. 1982.
- Swanson EW. Comparing continuous milking with sixty-day dry periods in successive lactations. J Dairy Sci. 48:1205-1209. 1965.
- Swecker WS. Interactions of nutritional management and reproduction. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 174-176. 1995.
- Swecker WS. Trace elements and vitamins for dry cows. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 50-51. 1995.
- Thiel CC, Cousins CL, Westgarth DR, Neave FK. The influence of some physical characteristics of the milking machine on the rate of new mastitis infections. J Dairy Res. 40:117-129. 1973.
- Thomas CL, Neave FK, Dodd FH, Higgs TM. The susceptibility of milked and unmilked udder quarters to intra-mammary infection. J Dairy Res. 39:113-131. 1972.
- Thompson PD, Pearson RE. Likelihood of droplet impacts on teat ends during induced milking vacuum fluctuations. J Dairy Sci. 62:1314-1321. 1979.

- Thompson PD, Schultze WD, Sauls JN, Arapis SC. Mastitis infection from abrupt loss of milking vacuum. J Dairy Sci. 61:344-351. 1978.
- Tomlinson AP, Van-Horn HH, Wilcox CJ, Harris B Jr. Effects of undegradable protein and supplemental fat on milk yield and composition and physiological responses of cows. J Dairy Sci. 77:145-156. 1994.
- Treece JM, Morse GE, Levy C. Lipid analyses of bovine teat canal keratin. J Dairy Sci. 49:1240-1244. 1966.
- Tyler JW. Treatment of gram-negative mastitis. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 94-96. 1995.
- Upham GL. A practitioner's approach to management of metritis/endometritis: Early detection and supportive treatment. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 19-21. 1996.
- Waltner SS, McNamara JP, Hillers JK. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. J Dairy Sci. 76:3410-3419. 1993.
- Wattiaux MA. Technical Dairy guides: Dairy Heifer Raising. UW-Madison Babcock Institute. 1996.
- Wheelock JV, Rook JAF, Dood FH. The effect of milking throughout the whole of pregnancy on the composition of cow's milk. J Dairy Res. 32:249-254. 1965.
- Wilson DJ. Factors influencing therapy decisions in clinical cases of gram-positive mastitis. American Association of Bovine Practitioners proceedings. 90-93. 1995.
- Wittwer FG, Gallardo P, Reyes J, Opitz H. Bulk milk urea concentrations and their relationship with cow fertility in grazing dairy herds in Southern Chile. Prev Vet Med. 38:159. 1999.
- Zemjanis R. Examination of the non-pregnant cow: Changes in the ovaries and oviducts. In: Zemjanis R ed. Diagnostic and therapeutic techniques in animal reproduction. 2nd ed. Baltimore: The Williams & Wilkins co. 65-77. 1970.

- 강현미, 김종만, 이보균, 손창호, 문진산. 젖소의 우유중 단백질과 요소태질소 측정에 의한 사료의 에너지와 단백질 균형 상태 예측. 한국축산학회. 44:573-584. 2002.
- 권순균. 젖소 발굽 질병의 이해. 종축개량. 12:74-77. 2007.
- 김광현, 이지영, 곽길한, 조현웅. 전북 서부지역 송아지 설사병 원인체 조사. 한국가축위생학회지. 44:1-9. 2021.
- 낙농진흥회. 원유가격산정체계 안내. 2023.
- 남향미. 젖소의 건강과 생산성에 있어서 곰팡이 독소의 영향. 낙농육우. 32:108-115. 2012.
- 농림축산검역본부. 2021년 집유 및 원유검사 실적보고. 2022.
- 농림축산식품부 고시 제2016-146호(2016.11.21.). 원유검사 공영화 실시요령. 2018.
- 농림축산식품부. 2023년 생산단계 축산물 안전성 검사 관련 사업지침. 2023.
- 농림축산식품부·낙농진흥회. 2022년 낙농통계연감. 2022.
- 류일선. 영양불균형에 의한 젖소의 대사성 질병의 예방과 사양관리. 대한수의사회지. 39:73-80. 2003.
- 류일선. 환절기에 젖소 송아지 질병 예방관리요령. 낙농육우. 33:79-85. 2013.
- 문진산, 강현미, 주이석, 김종만. 젖소 번식관리 기술서. 국립수의과학검역원. 2003.
- 문진산, 강현미. 국내 가수유 관련 원유검사제도의 개선방향에 대한 고찰. 대한수의사회지. 37:548-557. 2001.
- 문진산, 김덕원. 일본의 가축 사육 위생관리지침서. 대한수의사회지. 41:559-564. 2005.
- 문진산, 김병태, 문현식, 손창호. 젖소 번식관리를 위한 컴퓨터 소프트웨어 프로그램 개발. 한국임상수의학회지. 24:142-149. 2007.
- 문진산, 김진환, 김지현, 윤순식. 원유검사 표준화 운영 실무 가이드라인. 농림축산검역본부. 2019.
- 문진산, 김진환, 변영섭, 김이슬, 박다솜, 강혜정, 홍세림. 원유검사 표준용액 제조 및 사용지침서. 농림축산검역본부. 2021.

- 문진산, 김하영, 강혜정, 최지혜, 윤순식. 농림축산검역본부, 2023년 젖소 유방염 관리사업. 2023.
- 문진산, 김하영, 강혜정, 최지혜, 윤순식. 젖소 유방염 진단 및 관리. 농림축산검역본부. 2022.
- 문진산, 손창호, 주이석, 강현미, 장금찬, 김종만. 젖소에서 유성분 분석을 통한 영양상태 평가 및 건강관리에 관한 연구. IV. 고능력우 위주의 대규모 목장에서 분만후 첫 번째 유검정 성적과 제4위전위질병과의 관련성. 대한수의학회. 41:407-412. 2001.
- 문진산, 신종봉, 손창호, 주이석, 강현미, 김종만. 분만 후 첫 번째 번식검진시 난소 및 자궁 질환에 따른 유성분 수준 비교. 대한수의학회. 42:163. 2002.
- 문진산, 예정용, 김현주. 지구온난화에 따른 매개체 전염병의 위험. 대한수의사회지. 44:269-280. 2008.
- 문진산, 주이석, 강현미, 장금찬, 김종만, 안수환. 고품질 우유 생산과 젖소 사양관리 요령. 국립수의과학검역원. 2001.
- 문진산, 주이석, 임숙경, 김종염, 표수일, 사혁, 배은아, 김강섭, 강현갑. 국내 원유의 가수 관련 빙점에 관한 연구. 한국예방수의학회지. 22:345-350. 1998.
- 문진산, 주이석, 장금찬, 윤용덕, 위성환, 이보균, 박용호, 손창호. 젖소에서 유성분 분석을 통한 영양상태 평가 및 건강관리에 관한 연구. I. 우유 중 단백질 및 요소태질소 분석시 변화 요인. 한국수의공중보건학회. 24:105-111. 2000.
- 문진산, 주이석, 장금찬, 윤용덕, 위성환, 이보균, 박용호, 손창호. 젖소에서 유성분 분석을 통한 영양상태 평가 및 건강관리에 관한 연구. II. 우유 중 단백질과 요소태질소 농도에 영향을 주는 생리적 요인. 한국수의공중보건학회. 24:113-122. 2000.
- 문진산, 주이석, 장금찬, 윤용덕, 이보균, 박용호, 손창호. 젖소에서 유성분 분석을 통한 영양상태 평가 및 건강관리에 관한 연구. III. 고능력우 위주의 대규모 목장에서 우유 중 단백질과 요소태질소 수준이 수태율에 미치는 영향. 대한수의학회. 40:383-391. 2000.
- 문진산, 김하영. 안전하고 위생적인 원유생산을 위한 농장 단계에서의 주요 위해요소 관리방안. Safe food. 15:3-10. 2020.
- 문진산. 목장에서 문제시 되는 이등유 발생원인과 대책. 낙농육우. 21:138-143. 2001.
- 문진산. 번식관리프로그램의 개발과 활용방안. 대한수의사회지. 39:933-939. 2003.
- 문진산. 소 유산의 원인과 대책. 낙농육우. 22:140-146. 2002.

- 문진산. 소의 건강 및 생산성 향상을 위해 다가올 겨울철 저온스트레스에 대비하자. 낙농육우. 11:99-104. 2011.
- 문진산, 손창호, 이보균, 주이석, 강현미, 김종만, 김병태, 문현식. 젖소에서 유성분 분석을 통한 우군 건강관리프로그램의 개발. 대한수의학회지. 42:485-493. 2002.
- 문진산. 영양과 관련된 젖소의 건강과 질병관리요령. 낙농육우. 20:103-106. 2000.
- 문진산. 젖소 목장에서 유검정 자료를 활용한 컨설팅기법. 대한수의사회지. 40:1046-1055. 2004.
- 문진산. 젖소에서 곰팡이 중독증 피해사례 및 예방대책. 종축개량. 12:76-81. 2007.
- 문진산. 젖소에서 유성분 분석을 통한 영양과 번식상태 평가 및 우군 건강관리프로그램 개발. 전남대학교 수의학과 박사학위논문. 2003.
- 문진산. 최근 5년 동안 국내산 원유의 생산 및 검사에 대한 결과분석 및 평가. Safe food. 14:17-22. 2019.
- 문진산. 하절기 유질저하 예방 및 착유기 관리. 낙농육우. 7:152-157. 2006.
- 문진산. 환절기 송아지 설사 및 호흡기 질병관리요령. 종축개량. 11:112-123. 2006.
- 박지후, 최희철, 이현정, 김연태, 손준규, 김동현. 고온기 온습도지수가 홀스타인종 젖소 착유우의 호흡수, 직장온도 및 반추활동 시간에 미치는 영향 연구. 한국산학기술학회 논문지. 20:136-143. 2019.
- 손성완. 원유의 약물잔류와 예방관리. 한국유질유방염연구회. 45-66. 1993.
- 식품의약품안전처. 원유의 위생등급(식품의약품안전처 고시 제2017-49호).
- 안병석, 최유림, 정하연, 김준식, 정연후. 홀스타인 젖소에 있어서 능력검정 기간의 유성분 변화. 한국축산학회지. 40:589-592. 1998.
- 엄준석, 이신자, 이수경, 이예준, 김현상, 최유영, 기광석, 정하연, 김연태, 이상석, 정창대, 이성실. 조사료와 농후사료 급여 비율이 착유우의 우유생산성과 대사산물에 미치는 영향. 한국유기농업학회지. 27:147-160. 2019.
- 이도형. 발굽질병의 사양관리적 접근. 낙농육우. 28:135-138. 2008.
- 이한규, 조아라, 오상익, 노재의, 정영훈, 최창용, 도윤정, 엄재구, 손동수, 류재규. 최근 10년간 국내소 질병 원인체에 관한 문헌적 고찰. 한국가축위생학회지. 43:113-128. 2020.

- 장승호, 성필남, 여준모, 김동욱, 조광현. 고온스트레스 및 다양한 환경효과에 따른 지역별 국내 홀스타인 젖소의 유량 및 유성분 변화 추이 연구. 한국산학기술학회 논문지. 23:892-900. 2022.
- 정석찬. 소 세균성 유사산 질병의 방제대책. <http://www.nvrqs.go.kr/질병정보>
- 정순욱. 소의 발굽 질병. 대한수의사회지. 36:912-925. 2000.
- 정지영, 유도현, 신성식, 손창호, 오기석, 서국현, 허태영, 정영훈, 최창용. 우리나라 중남부지역 젖소목장에서 이등유 발생 조사. 한국가축위생학회지. 38:155-162. 2015.
- 천정환, 배동렬, 송광영, 정동관, 서건호. 우유 및 유제품에서 Aflatoxin M1 발생현황과 대책. J milk sci Biotechnol. 37:1-14. 2019.
- 최형윤. Lateral Flow Assay 방법을 이용한 원유(raw milk) 내 잔류 항생물질 모니터링. 부경대학교 글로벌수산대학원 식품산업공학과 석사학위 논문. 2020.

고품질 우유 생산과 젖소 질병 관리

발 행 일	2023년 8월 3일
발 행 인	농림축산검역본부장
저 자	문진산, 김하영, 강혜정, 윤순식
발 행 처	농림축산검역본부 세균질병과 유방염연구실 우) 39660 경북 김천시 혁신8로 177(울곡동960) Tel : 054.912.0729 Fax : 054.912.0759
인 쇄 처	가현기획 Tel : 031.423.6684 E-mail : 6684@gahyun.kr