



PART

04

2024 고온기 가축피해예방 및 축사환경관리 핵심기술

고온기 젖소 사양과 우사관리

01

고온기 젖소 사양관리



젖소는 추위에는 비교적 잘 견디나 더위에는 약한 동물이다. 우리나라 여름철 기후는 고온 다습하여 젖소의 생활 적온(5~24℃)을 넘어 고온 스트레스를 받는 27℃ 이상 되는 날들이 30일 이상이 되므로 여름철 사양관리는 낙농가에게 매우 중요한 문제이다. 기온과 습도가 높아지면 젖소, 특히 고능력 착유우는 식욕저하, 산유량 감소, 유질 변화 등의 피해가 예상되므로 미리 축사에 송풍팬 설치, 단열 처리, 운동장 주변의 차광막 설치, 신선한 물 공급, 축사의 청결, 소독 등 우군 관리가 필요하다. 또한 젖소에서 고온 스트레스는 생산성과 번식률 저하를 일으키는 요인 중의 하나이며, 이러한 손실은 산유량 감소, 공태기간 증가, 수태당 종부회수 증가 등으로 피해가 나타난다. 따라서 젖소에서 고온 스트레스의 징후는 어떤 것이고 고온 스트레스 피해를 최소화 할 수 있는 여러 가지 방안에 대하여 살펴보고자 한다.

가

가축더위지수에 의한 고온 스트레스 평가

여름철 젖소에 영향을 주는 고온 스트레스는 가축더위지수라고 불리는 계산식에 의해 알 수 있다. 즉

온도와 습도의 상관관계를 이용하여 지수식에 의한 계산을 통해 수치로 나타낸 것으로 외국에서는 가축의 고온 스트레스를 추정하는 지표로서 널리 이용되고 있다. 가축더위지수를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\text{가축더위지수} = [(1.8 \times \text{온도} + 32) - \{(0.55 - 0.0055 \times \text{상대습도}) \times (1.8 \times \text{온도} - 26.8)\}]$$

더위지수가 72 이상이면 소들은 고온 스트레스를 느끼기 시작한다.

THI 지수별 열 스트레스 정도

- 72미만 : 열 스트레스 없음
- 72~77 : 열 스트레스 경미
- 78~88 : 열 스트레스 심함
- 89~97 : 열 스트레스 매우 심함
- 98 이상 : 열 스트레스 폐사 초래

〈그림 1〉은 가축의 고온 스트레스가 발생할 수 있는 온도 및 상대습도 조건을 나타낸 표로써, 현재 농장 내부에 설치되어 있는 온습도 센서의 값을 통해 고온 스트레스 발생 여부를 추정할 수 있다. 예를 들어, 37.8℃의 기온 및 20%의 상대습도가 형성될 경우, 약한 고온 스트레스에서 강한 고온 스트레스로 전환되는 시점이므로, 온도를 낮추기 위한 즉각적인 조치가 요구된다. 〈그림 1〉에서 제시된 바와 같이, 온습도 지수가 89 이상일 경우 매우 심한 고온 스트레스가 발생할 수 있으며, 98 이상 시 폐사까지 초래할 수 있으므로, 하절기 이상 고온에 의한 폭염이 지속되는 경우 농장 내 온습도 센서 값을 주시할 필요가 있다. 참고로 농장 내부에 설치하는 온습도 센서의 경우 직사광선이 닿지 않는 그늘에 설치하는 것이 정확한 주변 온도 및 습도 값을 획득하기 위한 전제조건이며, 소가 접근할 수 없는 지점에 최대한 가축에 인접하여 설치하는 것이 좋다. 일반적으로 시설 용마루 하단에 부력 등에 의해 더운 공기가 위치하는 경우가 많아 온습도 센서가 높이 설치될수록 오히려 고온 스트레스 발생 정도를 과다 평가할 우려도 있다.

온도(℃)	상대 습도(%)																				온도(℃)			
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100		
22.2																				72	72	22.2		
22.8																			72	72	73	73	22.8	
23.3																	72	72	72	73	74	74	23.3	
23.9															72	72	73	73	74	74	75	75	23.9	
24.4														72	72	73	73	74	74	75	76	76	24.4	
25.0												72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	25.0	
25.6											72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	77	25.6	
26.1										72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	26.1	
26.7								72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	26.7	
27.2							72	72	73	73	74	74	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81	27.2	
27.8							72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82	27.8	
28.3							72	73	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	28.3	
28.9							72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	28.9	
29.4							72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	29.4	
30.0							72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	30.0	
30.6							72	73	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	30.6	
31.1	약 스트레스		72	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88	31.1
31.7			72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	31.7
32.2			72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	32.2
32.8			73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	32.8
33.3			73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	33.3
33.9			74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	33.9
34.4			74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	34.4
35.0			75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	35.0
35.6			76	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	35.6
36.1			76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97	36.1
36.7		76	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98	36.7	
37.2		76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99	37.2	
37.8		77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99		37.8	
38.3		77	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	92	93	95	95	96	97	99			38.3	
38.9	강 스트레스		78	79	80	81	83	86	86	86	87	89	90	91	93	95	96	96	97	98			38.9	
39.6			78	79	81	82	83	86	86	87	88	89	91	92	94	96	96	97					39.6	
40.0			79	80	81	82	86	85	86	88	89	90	91	93	95	96	96						40.0	
40.6			79	80	82	83	86	86	87	88	89	91	92	93	96	96	97						40.6	
41.1			80	81	82	86	85	86	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98					41.1	
41.7			80	81	83	86	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98							41.7	
42.2			81	82	83	85	86	87	89	90	92	93	94	96	97								42.2	
42.8			81	82	86	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98								42.8	
43.3			81	83	86	86	87	89	90	91	93	94	96	97									43.3	
43.9			82	83	85	86	88	89	91	93	94	95	96	98									43.9	
44.4			82	86	85	87	88	90	91	94	94	96	96										44.4	
45.0			83	86	86	87	89	90	92	95	95	96	97										45.0	
45.4			83	85	86	88	89	91	92	94	96	97											45.4	
46.1			86	85	87	88	90	91	94	95	96	98											46.1	
46.7			86	86	87	89	90	92	94	95	97												46.7	
47.2		85	86	88	89	91	93	94	96	98												47.2		
47.8		85	87	88	90	92	93	95	97													47.8		
48.3		85	87	89	90	92	94	96	97													48.3		
48.9		86	88	89	91	93	94	96	98													48.9		
49.4		86	88	90	92	93	95	97														49.4		

그림1 온습도지수 THI)에 따른 고온 스트레스 발생 정도

나 고온에 의한 젖소 피해

젖소가 정상적인 대사활동을 하는데 필요한 온도영역은 성우의 경우 4~25℃로 고온보다는 저온에 대한 적응력이 높다. 온도가 27℃ 이상이 되면 젖소의 생산성에 직접적인 영향을 주는 사료섭취량이 감소한다. 32.2℃ 이상이 되면, 우유 생산량이 3~20% 급격하게 감소한다. 또한 습도는 고온 스트레스와 밀접한 관계가 있다. 소들은 사람의 10% 정도만 땀을 흘리므로 상대적으로 고온 스트레스에 취약할 수 있다. 따라서 증발 냉각 효과를 목적으로 젖소의 몸에 물을 뿌려주거나, 효과적인 공기 순환을 통해 열을 감소시키기 위한 송풍팬 등의 설치가 요구된다. 우사 내부의 원활한 바람길 조성 및 공기 교환 효과를 통해 신선한 공기를 공급하고 내부에 집적되는 열, 수분, 암모니아, 메탄, 분진 등과 같은 유해 물질을 쉽게 제거할 수 있다. 한편 가축의 고온 스트레스가 발생하는 동안 사료 섭취량이 감소된다. 사료 섭취량의 감소는 생산성 감소의 결과로서 반추위내 유리지방산의 생산이 감소한다. 일반적으로 알려진 바로는 여름철 기온이 27℃ 이상 되는 고온기에는 호흡을 증가, 체온 증가, 사료섭취량이 7~12% 감소하고, 산유량도 감소한다. 특히 고온기에는 땀과 호흡으로 배출되는 광물질(Na, K)의 양이 많기 때문에 별도의 양이온 광물질 급여가 필수적이라고 알려져 있다. 또한 고온 스트레스 시 저하되는 면역 및 대사작용을 증진시켜 줄 수 있는 사료급여가 요구된다. 이러한 이유로 젖소가 여름철 고온 환경을 잘 극복해 주지 않으면 심각한 생산성 저하로 낙농가의 경제적 손실을 초래하게 된다.

다 젖소 고온기 사양관리 방법

1 양질 조사료 급여

더운 여름 동안 젖소들의 사료섭취량 감소는 일반적인데 비유초기 소들은 가장 심하게 영향을 받는다. 조사료 섭취량 감소는 반추위내 미생물군 조성을 다르게 하고, 건물섭취량 증가를 목적으로 농후사료를 다량 급여할 경우 산독증을 유발하며, 우유 내 지방함량을 줄인다. 균형 잡힌 사료 급여를 유지하는 것이 섭취량 감소를 줄이는 것이다. 반추위 산도유지를 위해 적정량의 조사료를 먼저 급여하고 조섬유 수준은 ADF 18~19%, NDF 25~28% 정도로 조절해 준다. 특히 벣짚과 같은 저질 조사료는 잘게 절단함으로써 섭취량을 증가시키고, 중조와 같은 완충제를 함께 공급하여 반추위내 산도를 적정수준으로 유지되도록 해야 한다. 가축의 사료섭취량 및 사료이용성을 높이기 위해 조사료는 벣짚보다는 양질의 조사료를 급여하는데 ADF(산성세제불용성섬유소)를 17% 수준으로 유지하면서 농후사료량 급여량을 늘려주도록 한다.

2 고에너지 사료 급여

만약 젖소들이 고온 스트레스를 받는 동안 사료섭취량이 감소한다면 섭취하는 사료 속에 영양소가 더 많이 함유되어야 한다. 비유하는 젖소들의 에너지 요구량은 일정한데 섭취량이 감소하면 에너지는 실제적으로 증가 시킬 필요가 있다. 또한 적절한 영양소 섭취를 유지하여 우유 생산량의 손실을 피하는 것이 중요하다. 사료내 에너지를 높여주기 위해 대두박, 면실종실, 보호지방 등을 첨가해 주도록 하고, 콘글루텐, 맥주박, 주정박 등과 같은 미분해성 단백질(보호아미노산)의 사료도 추가해 주도록 한다. 다음 <표 1>의 예에서 보듯이 일일 사료섭취량(건물기준)이 22.7kg에서 18.1kg으로 약 20% 정도 떨어질 때 사료배합비율을 재 조정한 예시를 보여준다. 즉, 조단백질 함량을 16%에서 19%로 높이고 비유에 대한 정미에너지도 0.73 Mcal에서 0.83 Mcal로 조정함으로써 섭취량 저하에 따른 영양소 손실을 줄이게 된다. 사료내 영양소 농도를 높이기 위해 선택할 수 있는 방법으로는 양질의 조사료 급여, 곡류사료 급여 증가, 보호지방의 사용 등이 포함한다. 고능력우에 대한 추가적인 지방 급여에도 불구하고, 사료내 총 지방함량은 7%를 초과하지 않아야 한다. 사료에 중조와 같은 완충제를 섞어 주는 것도 사료섭취량 유지와 유지방 감소를 줄이는데 도움을 줄 수 있다.

표1 고온 스트레스로 인한 건물섭취량 감소시 영양소 농도 조정(예)

구 분	일일 건물섭취량	
	22.7kg	18.1kg
조단백질, %	16	19
비유에 대한 정미 에너지(Mcal/lb)	0.73	0.83

2001년 국립축산과학원에서 시험한 결과에 의하면 고온기 동안 젖소에 NRC('89)요구량 보다 에너지 및 단백질과 비타민을 증량 급여하였을 때가 산유량과 유지율 등 생산성이 개선되었다.

표2 여름철 고온시 영양수준 증가에 의한 생산성 시험 결과

NRC('89) 대비 고온기 사료의 영양수준 증가 시	시험결과
● 에너지 및 단백질 - 에너지 및 단백질(100 ⇒ 107) - Na(0.18 ⇒ 0.38%), K(0.9 ⇒ 1.62%) - Mg(0.2 ⇒ 0.27%) ● 비타민 추가공급 - 나이아신(8g), 비타민A(112,000IU) - 비타민E(800IU)	● 산유량 : 약 2.9kg 증가 ● 유지율 개선 : 0.2% 증가

고온 피해 예방을 위한 기본 사항

- 축사내 송풍팬 작동 및 차광막, 나무 그늘 최대한 이용
- 축사 지붕에 물 분무장치 설치로 복사열 방지
- 무기물 상시 비치 및 자유 급여
- 이른 아침, 늦은 저녁 시간대에 방목 및 사료 급여
- 시원하고 깨끗한 물 급여

※ 자료 : 2001 영농활용자료(축산원)

3 미량 광물질 및 완충제 급여

미량 광물질 또한 더운 여름철 동안 쉽게 부족할 수 있다. 호흡과 땀의 배출 증가는 젖소 체내의 물의 손실을 야기할 것이며, 미량 광물질 수준을 감소시킨다. 특히 고온에서는 땀이나 침 흘림에 의한 칼륨(K) 및 나트륨(Na)의 손실량이 많아진다. 따라서 젖소에 필요한 광물질 요구량은 27℃ 이상이 되면 적온일 때보다 약 10% 정도 증가한다. 젖소의 고온 스트레스로 인한 산유량 감소 방지를 위하여 칼륨, 나트륨, 마그네슘을 추가 공급(K 1.5~1.6%, Na 0.45~0.6%, Mg 0.35~0.4%)하거나 나이아신과 중조를 첨가 공급하고, 비타민 A 첨가 급여로 번식효율 감소를 방지하도록 한다. 만약 조사료 섭취가 적으면 소의 반추위 활동은 감소된다. 결론적으로 완충제의 적당한 사용은 사료섭취량, 반추위 pH, 우유생산 유지에 중요하게 된다.

4 사료급여 방법

고온 다습한 여름철에는 하루 동안 섭취해야될 사료에 대하여, 하루에 여러번 나누어 급여하는 것이, 고온 스트레스 감소에 효과적이다. 급여 횟수를 증가시킴으로서 사료조 내 사료의 부패를 줄이고 체내의 열 생산을 줄일 수 있다. 또한 소량씩 자주 급여함으로써 사료 주위에 파리들이 줄어들고, 해충의 수를 줄일 수 있다. 또한 사료를 자주 급여함으로써 목장주는 소들이 어떻게 더위와 습도에 의해 영향을 받는가를 더 자주 관찰할 수 있다. 하루 중 서늘한 기간 즉 이른 아침이나 저녁 늦게 이용할 수 있는 사료의 양을 늘려 주는 것도 하나의 방법이다. 오후 8시부터 다음날 아침 8시 사이에 사료의 60~70%를 급여하는 것이 더운 여름동안 우유 생산량을 성공적으로 증가시킬 수 있다. 또한 사료의 물리적 형태를 변경시킴으로서 사료가치를 향상시킬 수 있다. 조사료의 경우 입자도를 줄임으로서 소화율은 크게 변하지 않으나 사료의 통과 속도를 향상시킨다. 양질의 조사료일 경우 입자도를 너무 곱게 분쇄하는 것은 오히려 반추위내 발효에 나쁜 영향을 미치므로 0.7~1cm의 크기로 분쇄하는 것을 권장한다. 저질 조사료일 경우 여름철에 사료에 포함시킬 때에는 입자도를 줄이면 큰 도움이 된다.

5 깨끗하고 시원한 물 급여

여름철 목장에서 고려해야 할 중요한 한가지 요점은 젖소들이 이용할 수 있는 물의 공급량을 증가시키는 것이다. 기온이 30℃ 이상 올라가게 되면 채식장 가까이에 추가적으로 물을 먹을 수 있는 급수원을 설치해 주는 것이 좋다. 또한 물의 온도를 낮춰줌으로써 물 소비량을 증가시켜줄 수 있다. 실제로 소들에게 급여하는 물의 온도가 27.8℃보다 10℃일 때 물 소비량이 증가했다는 보고가 있다. 그러나, 냉각을 위해 추가되는 비용은 추가 생산되는 우유의 수익과 같거나 적어야 한다. 매일 급수조를 정기적으로 깨끗하게 하여 소들의 입에서 떨어지는 사료 부스러기 등으로 인한 부패가 일어나지 않도록 해야 한다. 만약 목표가 최대 섭취량의 달성이라면 시원한 지역에서 물과 사료를 이용할 수 있도록 주변 환경을 만들어 주어야 한다. <표 3>는 외기온도 변화에 따른 건물섭취량, 산유량, 음수량을 보여주고 있다. 외기온도가 25℃ 이상이면 건물섭취량과 산유량 감소가 나타나고 음수량은 증가하고 있음을 보여준다.

표 3 착유우의 온도별 사료섭취량, 산유량 및 음수량 변화

외기온도(℃)	건물섭취량(kg)/두	산유량(kg)/두	음수량(kg)/두
20	18.2	27	68
25	17.7	25	74
30	16.9	23	79
35	16.7	18	120
40	10.2	12	106

6 고온기 번식관리

고온기의 번식효율을 높이기 위해서 발정발견 보조수단을 이용(일회용, 다회용 및 시스템)하여 심야 시간대 발정 발견율을 높일 수 있도록 하고, 발정발견 후 적기에 인공수정을 실시하되 가능한 기온이 낮은 시간대에 인공수정을 하도록 한다. 인공수정 후에는 정액주입기 소독을 철저히 하고 인공수정 후 2~3일간은 안정된 장소에서 휴식하도록 관리해 준다. 임신우의 분만 후 후산정체 예방을 위해 분만전 비타민(A, D, E) + 무기물(셀레늄)을 투여하도록 하고, 발굽장애가 있는 목장에서는 세죽기(액)를 사용하여 발굽질병을 예방하도록 한다. 그리고 고온다습한 7~8월에 분만한 젖소는 1~3월 또는 11~12월에 분만한 젖소보다 연간 산유량이 450kg이나 감소하였다는 보고가 있다. 따라서 가능하다면 여름철에 분만하지 않도록 번식계획을 세워야 한다.

7 흑서기 열 스트레스 증상에 대한 조치리

열사병 또는 일사병 증상이 나타나면 가축을 그늘로 옮기고 머리에 냉수(또는 얼음)를 뿌려주거나 관장을 실시한다.

관장 응급 조치 요령

- ① 13~15리터 정도의 찬물 준비
- ② 젖소 보다 위치가 높은 곳에 찬물이 들어 있는 용기를 고정
- ③ 호스에서 냉수를 흐르게 한 후
- ④ 직장내 30~40cm의 깊이로 호스 주입하여 물이 흘러 내리게 함

8 고온기 젖소 위생 및 질병관리

가축을 건강하게 사육하기 위해서는 축사의 위치, 구조, 통풍, 채광, 온·습도 등 적절한 환경이 중요하다. 환경은 젖소의 생산성과 질병발생에 직·간접적으로 영향을 주고, 좋지 못한 환경은 스트레스 요인으로 작용하여 건강상태에 영향을 미친다. 만약, 스트레스가 가해지면 체내 이상을 초래하여 질병 발생으로 인한 생산성의 저하를 초래하며, 특히 여름철 고온다습한 상태에서 환기가 불량하면 설사병, 호흡기질환, 기생충성 질환 등이 많이 발생하게 된다.

통풍이 열악한 우사에서는 여름철에 파리, 모기 등의 흡혈곤충 등이 많아져 질병발생을 조장하게 되므로 여름철에는 우사의 통풍이 잘 되도록 하여 시원하게 하고, 파리나 모기 등의 위해해충 구제를 위해 살충제 또는 방충망 설치하여 젖소가 스트레스를 받지 않도록 한다.

고온 스트레스로 질병에 대한 저항력이 약해진 상태에서 질병이 발생하는 것을 예방하기 위하여 축사를 항상 청결히 하고 정기적으로 소독을 실시한다. 분 및 젖소의 상태 등을 수시로 관찰하여 이상 유무를 점검하고 가축별 방역프로그램에 따라 백신을 접종해주며, 질병의 유입 방지를 위해 외부인이나 차량 등의 축사 출입을 통제하도록 한다.

여름철 고온 스트레스를 줄일 전략으로는 환경적 요인으로서 차광막 설치, 송풍팬 설치, 안개 분무 시스템 활용 등을 들 수 있겠고, 사료적 요인으로는 단백질 수준과 반추위내 분해율을 동시에 고려하여 전문가를 통해 사료 배합비를 조정해 주고 고온기에는 땀으로 광물질이 많이 배설되므로 보충급여 해 주어야 한다. 또한 중조를 급여하여 반추위내 pH를 6~6.25 이상 유지해 줌으로써 사료 섭취량 및 산유량이 감소되지 않도록 해주며, 나이아신 등을 보충 급여하여 고온기 산유량이 저하되는 것을 막을 수 있다.



그림 2 고온기 우사관리

02 젖소 축사시설관리



우리나라에서 사육되고 있는 젖소 중 대부분을 차지하고 있는 홀스타인 품종은 비교적 서늘한 기후 조건에서 적응해 온 대형종으로 추위에는 다소 강한 면을 보이고 있으나, 고온에 특히 약하여 온도가 26℃ 이상으로 상승하게 되면 상대습도가 낮을지라도 고온 스트레스를 받게 된다. 또한 환경온도에 노출되는 체표면적과 체열용량이 다른 가축에 비해 크고 방목지 등 야외에서 사육되는 경우가 많기 때문에 환경온도의 변화에 크게 영향을 받는다. 환경온도가 높아지면 호흡수의 증가, 타액 분비 증가, 체온의 증가, 음수량의 증가, 사료섭취량 감소 등과 같은 생리적 변화가 일어나게 되고 시원한 그늘을 찾는 등의 행동적 변화를 가져오게 된다. 따라서 축주가 아무런 방서 대책 없이 이러한 상태로 젖소를 방치하게 되면 고온 스트레스를 받게 되어 우유생산량이 줄고 대사성 질병발생이 늘어나며 수태율이

낮아지는 등 경제적 손실이 크게 되므로 젖소의 여름철 더위 피해방지를 위한 관리의 무척 중요하다고 할 수 있다(표 4).

따라서 우리 낙농가들도 젖소의 고온 스트레스를 경감시키기 위하여 축사내 송풍팬 가동, 안개분무, 차광막 설치, 지붕위에 관수 실시, 바람이 잘 통할 수 있도록 주위의 환경을 정비하는 등 여러 가지 방법을 동원하여 노력하고 있지만 자연현상으로 나타나는 고온 스트레스를 완전하게 막는 방법은 없다. 다만, 자연환경을 이용하거나 인위적으로 방서시설을 설치하여 어느 정도 더위를 줄여 줌으로서 생산성이 떨어지는 것을 줄일 수 있다.

표 4 착유우의 환경온도별 사료섭취량, 산유량 및 음수량의 변화

환경온도 (℃)	건물요구량 (kg/두)	건물섭취량 (kg/두)	산유량 (kg/두)	음수량 (kg/두)
-20	21.3	20.4	20	51
-10	19.8	19.8	25	58
0	18.8	18.8	27	64
10	18.2	18.2	27	67
20	18.2	18.2	27	68
25	18.4	17.7	25	74
30	18.9	16.9	23	79
35	19.4	16.7	18	120

* 체중 600kg, 산유량 27kg, 유지방 3.7% 기준(McDowell 등, 1976)

가 고온기 유우사 관리

1 송풍팬(Fan)

젖소의 체온을 감소시키기 위한 목적으로 송풍팬을 사용하는 것은 이제 낙농가에게 보편화된 방법이라 할 수 있다. 송풍팬은 여름철에 체온의 열을 발산시켜 시원하게 해주는 역할도 있지만, 축사안에 과도하게 집적된 열, 수분, 분진 및 암모니아, 메탄 등과 같은 유해가스를 배출하고 신선한 공기를 공급하기 위한 주요 역할을 한다. 또한 송풍팬을 설치함으로써 고온 스트레스를 방지하는 목적 외에 유우사 바닥을 송풍팬의 바람에 의해 말려줌으로서 젖소도 청결히 할 수 있는 효과도 거둘 수 있다. 송풍팬을 이용할 때에는 벽이 개방된 개방식 축사가 바람직하고 벽이 있는 경우에는 문을 열어놓은 상태가 효과적이다.

또한 지붕에 차광막을 설치한 축사 내에 설치하거나 또는 차광막내에 송풍팬을 설치할 경우 더 효과적이라고 할 수 있다. 송풍팬의 설치 시 우사 주변 주풍 방향을 고려하여 바람이 불어나가는 쪽과 송풍팬의 배출 방향을 일치시켜 원활한 바람길을 조성해주도록 한다.

최근에는 축사 외부의 풍향과 연동하여 송풍팬의 방향을 자동으로 바꾸어 줌으로써 기존의 고정식 송풍팬과 달리 우사 내부의 공기흐름을 극대화할 수 있는 스마트 송풍팬이 개발되어 시장에 소개되고 있다.



그림 3 유우사에 설치된 일반 송풍팬과 스마트 송풍팬

유우사내 송풍팬을 설치하여 축사내 온도에 따른 홀스타인 착유우의 생리적 변화 생산성을 조사해 본 결과, 축사내 온도는 미 송풍시에는 27.8℃로서 송풍시의 26.9℃ 보다 0.9℃ 높아 송풍팬을 설치하지 않았을 경우 고온에 영향을 받을 우려가 있는 것으로 나타났다. 혈액내 코티졸 농도를 조사한 결과, 미송풍시 0.27763 μ g/dl로 높게 나타났고, 송풍시 0.01541 μ g/dl로 나타났다. 코티졸은 일반적으로 가축에게 고온 스트레스의 여부를 규명하는 호르몬의 일종으로 알려져 있다. 따라서 송풍시에 비해 미송풍시의 코티졸 농도가 높게 나타났다는 것은 젖소들이 기온이 높은 낮 동안에 고온 스트레스를 받았다는 것을 의미한다. 산유량을 보면 미송풍시 20.47kg에 비해 송풍시에는 23.56kg으로 송풍을 할 경우 15% 정도 산유량이 증가하는 효과를 보였다. 따라서 여름철 고온 스트레스 예방 관리가 착유우의 산유량에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 외국의 연구 결과에서도 송풍시 젖소의 산유량 및 기타 생산성이 개선되는 효과를 보여주고 있다. 이러한 결과를 가지고 경제성을 분석하여 본 결과 송풍팬을 설치했을 경우 우유소득액이 15% 정도 증가하는 효과를 가져왔으며, 송풍팬 구입에 따른 비용과 운영비를 제외한다고 하더라도 약 10% 정도의 소득이 증가되었다.

사료섭취량은 송풍시에 19.0kg으로 미 송풍시의 18.1kg보다 0.9kg 정도 더 섭취한 것으로 나타나 시원한 환경을 만들어 줌으로써 사료섭취량이 증가한 것으로 보인다. 하루 중 가장 더운 오후 2시를

기준으로 하여 분당 평균호흡수를 조사한 결과, 미송풍과 송풍이 각각 99.7회와 85.9회로 나타나 축사 내에 송풍팬을 설치하지 않았을 경우 설치했을 때보다 호흡수가 증가하였다. 또한 착유우의 직장내에 체온계를 삽입하여 조사한 착유우의 직장온도는 대조구와 송풍팬 설치구가 각각 39.4℃와 39.1℃로서 송풍을 해주지 않았을 때 직장온도가 높았다. 따라서 송풍팬에 의한 바람의 이동으로 인하여 체열이 발산되고 이에 따라 체온이 생육적온 상태의 체온을 유지하고 있는 것으로 볼 수 있다. 송풍팬을 이용할 때에는 다수의 송풍팬을 이용하여 우상과 채식통로의 양쪽 3~4m 높이에 직하 방향으로 30~45도 정도의 각도로 기울여 공기의 방향이 한 방향으로 일정하게 흐를 수 있도록 배치한다. 배치간격은 송풍팬 직경의 10배로 계산한다(직경이 1미터인 송풍팬의 경우 10m 간격). 풍속은 우상의 1.3m 지점에서 2m/s가 되어야한다. 풍속이 2m/s일 경우 8.5℃의 체감온도를 낮추는 효과가 있으며 1m/s일 경우에는 6.0℃의 체감온도를 낮출 수 있다.

송풍팬의 풍량이 과다하게 높거나, 바닥면에 가깝게 설치될 경우 바닥 깔짚으로부터 다량의 먼지가 비산하여 젖소의 호흡기에 유입될 수 있으며, 인근 마을이나 식생에 악영향을 미칠 수 있으므로 농장 상황에 맞는 적절한 운영방안의 도입이 필요하다. 특히, 축사 내에서 발생하는 먼지의 경우 입경에 따라 각종 세균이나 진균, 혹은 냄새 물질이 흡착되어 이송할 수 있어 송풍팬 가동에 따라 과다하게 먼지가 발생하는 농가의 경우 풍하 측에 조경수 등을 심거나 공기의 흐름을 크게 저해하지 않는 거리에 방풍 벽을 설치하여 외부 확산을 막는 것도 좋은 방안이다.

표5 송풍팬이 축사 내 온도, 젖소의 생리적 변화 및 생산성에 미치는 효과

구 분	송풍팬 미설치	송풍팬 설치
축사내 온도(℃)	27.8	26.9
사료섭취량(DM, kg/일/두)	18.1	19.0
호흡수(회/분)	99.7	85.9
직장온도(℃)	39.4	39.1
혈액내 코티졸농도(μg/dl)	0.27763	0.01541
산유량(kg/일/두)	20.47	23.56

송풍팬 설치의 우사 내 기계작업에 유의하여 설치를 해야 하며, 가능하면 온도에 따라 송풍팬이 자동으로 작동할 수 있는 자동조절장치를 설치해 주는 것이 좋다. 현재 제품으로 나와 있는 축사용 송풍팬을 구입할 때에는 규격, 내구성, A/S, 가격 등 여러 가지 조건을 고려하여 선택하는 것이 좋다.

표 6 고온시 풍속에 따른 체감온도의 변화

(단위 : °C)

구 분		풍 속(m/s)							
온도(°C)	습도(%)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
34	80	31.8	30.5	30.2	30.0	29.5	29.0	28.5	28.0
32	80	29.8	28.6	27.9	27.5	26.8	26.8	26.1	25.5
30	80	26.8	26.4	26.4	25.0	24.3	24.3	22.7	22.0
28	80	25.0	24.4	23.3	22.6	21.8	21.0	20.0	19.2

2 차광막

고온 스트레스에 의한 생산성 저하 예방을 목적으로 기존 계류식 우사에 노천운동장을 만들어 차광막을 설치하거나, 투광재를 이용한 깔짚우사인 경우 지붕에 차광막을 피복하여 복사열을 일부 차단하고 그늘을 제공해 줌으로써 산유량 감소를 예방할 수 있도록 한다. 차광막을 설치할 때는 설치방향, 높이, 면적 등이 고려되어야 한다. 차광막 설치나 지붕단열을 할 경우 그렇지 않았을 때보다 산유량이 15~19% 증가하는 것으로 조사되었다. 폭염으로 인한 젖소의 열 스트레스를 낮추어 주기 위해서 축사 및 운동장의 통풍을 자유롭게 하고 복사열 차단을 위한 시설, 그늘 등을 최대 활용하도록 한다. 고온기에 그늘 밑에서 사료와 함께 물을 공급했을 때 그늘을 설치하지 않았을 때보다 산유량이 약 12% 증가하였고, 그늘 밑에서 증발장치(팬, 스프링클러)를 동시에 설치했을 때가 그늘만 설치했을 때보다 산유량이 약 10% 증가하였으며, 차광막을 설치함으로써 번식효율이 증가하였다.



그림 4 축사지붕 및 축사 내에 차광막을 설치한 장면

표7 여름철 더위 방지시설 이용효과

구 분	노천운동장	차광막 설치운동장	단열지붕 우사
사료섭취량 (DM, kg/일/두)	14.4	15.9	17.2
산유량 (FCM, kg/일/두)	16.3	18.7	19.4

3 안개분무장치

이 장치는 입자가 작은 물방울을 발생시켜 수분이 증발되면서 주위의 환경온도를 낮춰주는 방법이다. 이 방법은 우리나라 여름철과 같이 고온다습한 환경에서는 송풍팬을 병행 사용하여 습기를 즉각 증발시키는 것이 중요하다. 송풍팬을 사용하지 않을 경우 축체(가축의 체표면)에 습기가 닿아 오히려 열발산이 지체될 수 있으므로 송풍팬의 사용이 필수적이며 축체와 분무기 간 충분한 거리를 확보하여야 한다. Amstrong 등(1985)은 차광막내에서 팬으로부터 나오는 공기에 안개 모양으로 축체에 분무시킨 결과, 유량은 2.4kg, 수태율은 47%가 증가하였고, 호흡수는 16% 감소되었다고 발표한 바 있다. 젖소의 고온 스트레스 저감을 위하여 송풍팬과 미세분무 스프링클러를 동시에 이용할 경우 체표온도가 1.06℃ 낮아지고 직장온도는 1.68℃ 낮아져서 스트레스성 호르몬인 코티솔(cortisol)도 크게 감소하게 된다.

안개분무 장치 도입은 여름철 우유생산량이 감소하는 것을 줄어든게 하나, 분무량이 많아 몸에서 물이 흐르는 정도라면 유두가 불어서 체세포수를 증가시키게 되며, 깔짚 바닥의 수분이 많아질 정도로 분무하는 것은 깔짚의 이용효율을 낮추게 되므로 농가환경에 따라 미세분무를 실시하는 것이 좋다. 안개분무 시설 가동 전·후 축사 내 온·습도 변화 조사결과와 안개분무 시설 가동 시 젖소의 분당 호흡수 변화는 <표 9, 10>과 같다.

표8 안개분무 시설 가동 전·후 축사내 온·습도 변화(예시)

구 분	가동 전	후	증감율(%)
축사 내 온도(℃)	34	29	85
축사 내 습도(%)	62	74	119

－ 축사 내 온도는 5℃ 감소하지만 이후 빠르게 상승, 습도는 19% 증가

* 적온 : 0~20℃(고온 27℃ 이상), 적정습도 : 고온기 50% 이하

* 출처 : 축산시험연구보고서(13)

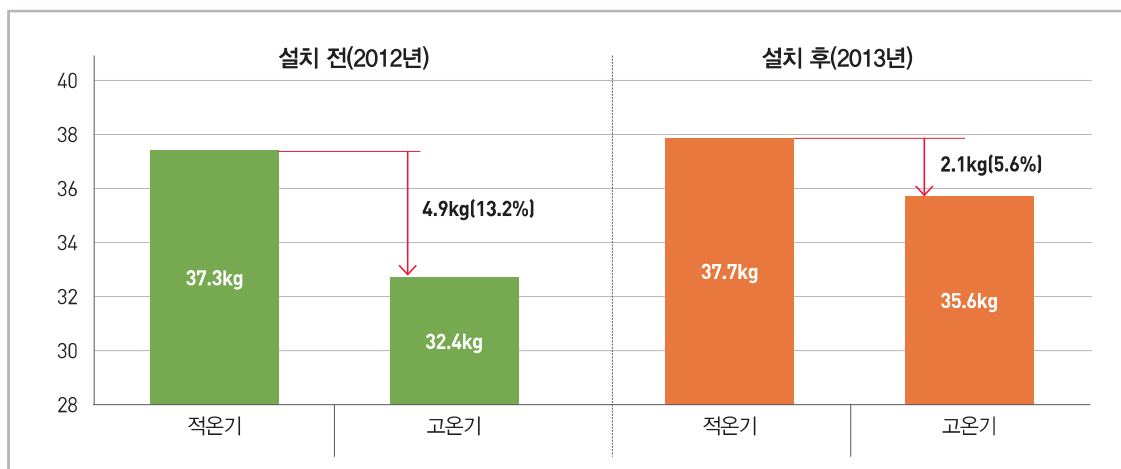
표9 안개분무 시설 가동 시 젖소의 분당 호흡 수 변화

구 분	조사두수(두)	호흡수(회/분)
안개분무 처리구	25	79.0±2.6
대조구	25	91.2±3.0

－ 호흡수는 안개분무 처리구에서 분당 12회 낮게 나타남

* 출처 : 국립축산과학원 영농활용 자료(2017)

또한 안개분무 시설 가동 전·후 적온기 대비 고온기 젖소 산유량 변화 조사결과 <그림 5>에서 고온기 산유량은 적온기 대비 4.9kg 낮았으나, 안개분무시설 설치 후 2.1kg으로 고온기 산유량 감소폭이 줄었다.

**그림 5 안개분무 시설 가동 전·후 적온기 대비 고온기 젖소 산유량 변화**

* 기온(천안) : 적온기(3~4월, 14.3~14.6℃), 고온기(7~8월, 30.8~31.8℃)

또한 충남 천안 농가의 안개분무 시설 가동 전·후 고온기 산유량 및 유성분 변화를 조사한 결과 <표 10>에서는 설치 후 1일 산유량은 10% 증가하였으나 우유성분에는 차이가 없었다.

표10 안개분무 시설 가동 전·후 고온기 산유량 및 유성분 변화

구 분	설치 전(2012년)	설치 후(2013년)	증감율(%)
평균 산유량(kg/두)	32.4	35.6	110(3.2kg)
유지방(%)	3.5	3.5	0
유단백(%)	3.1	3.1	0



그림 6 축사 내 안개분무장치 가동 장면

4 스프링클러(Sprinkler)

스프링클러를 이용하여 젖소의 피부를 충분히 적셔 체표면으로부터 열을 효과적으로 제거하는 방법이다. 스프링클러에 의해서 큰 물방울로 우체를 적셔주면 분무나 연무시보다 더 효과적이다. 습도가 높을 경우에는 강제 송풍을 해 주면 냉각효과를 극대화할 수 있다. 뿐만 아니라 우사지붕에 설치하여 지하수를 분사하면 지붕으로부터 복사열을 방지할 수 있는 효과가 있다. 그러나 물의 소비량이 많고, 폐수로서 처리해야 할 물의 양이 상당히 많다는 문제점을 갖고 있다. 따라서 사용된 물을 지하에 저장하여 냉각 후 재사용하는 것도 좋은 방법이 될 수 있을 것이다.

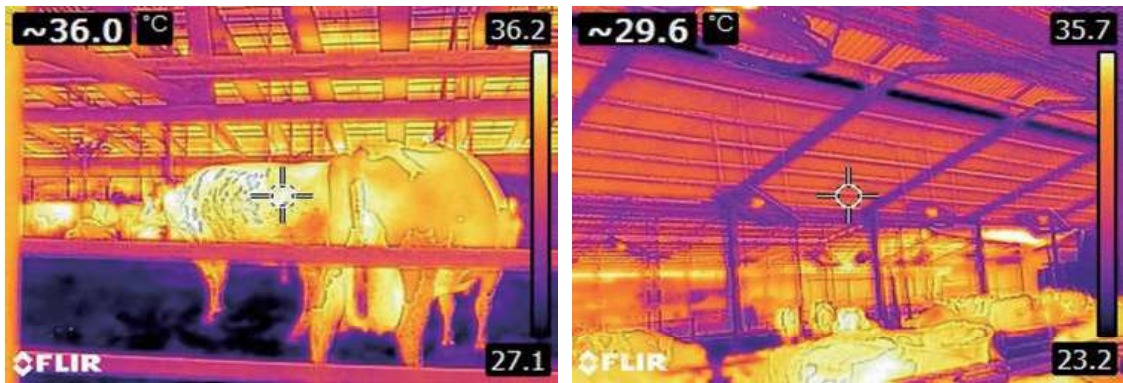


그림 7 스프링클러 가동에 따른 우사 지붕의 열화상 차이(좌 : 미가동, 우 : 가동)

5 기타

이외에도 덕트(Duct)를 이용하여 머리와 목부위를 시원하게 해 주는 국소냉각법이라든지 냉방장치(Air conditioning)를 축사내에 설치하여 고온 스트레스를 경감시켜 주는 방법들이 있으나 설치 및 유지 비용을 감안해야 한다.



그림 8 축사 내 터널식 쿨링시스템(덕트) 가동 장면

우리나라 젖소 사육시설은 여름철 고온 스트레스의 대책이 미흡한 상황이다. 젖소 사육규모가 전업화됨에 따라 사육시설 신축 시 지붕에 단열재를 사용하고 고온피해 경감대책이 상당히 개선되어 가고 있기는 하지만, 일부 신규신축 유우사에서는 아직도 지붕에 단열처리를 하지 않고 시공을 하는 농가가 있다. 이러한 축사는 인위적으로 아무리 완벽한 방서시설을 설치한다 하더라도 고온 스트레스를 줄여주기에는 한계가 있다. 따라서 축사시설은 충분한 단열지붕과 통풍 및 환기가 양호하도록 설계·시공되어야 고온 스트레스 피해를 어느 정도 경감시킬 수 있고, 이러한 곳에서 방서시설의 효과를 더 발휘할 수 있는 것이다. 앞에서 언급했듯이 여름철 고온 스트레스에 의한 피해는 우유생산량의 감소, 대사성 질병발생 증가 및 번식효율의 저하 등으로 나타나 낙농가에 많은 피해를 주고 있다. 낙농가에서는 이러한 피해를 사전에 최소화하기 위하여 고온 스트레스 경감을 위한 여러 가지 방법을 실시하고 있으며 일부 효과를 거두고 있는 방법도 있으나, 우리나라와 같이 여름철이 고온다습한 환경조건에서는 송풍팬에 의한 방서대책이 가장 효과가 있을 것으로 기대된다. 그러나 목장마다 축사의 구조나 형태가 제각기 다르고 운동장 구조나 시설, 젖소관리 방식 등이 다르기 때문에 송풍팬에 의한 방서대책을 일률적으로 적용하기는 어려운 점이 있다. 따라서 각 목장의 실정에 맞는 방서대책을 강구하여 고온 스트레스를 경감할 수 있도록 최선을 다하여야 할 것이다.