

환경적 요인이 젖소에 미치는 영향

건국대학교 축산대학
사료영양학과 교수

맹 원 재

1. 서 론

젖소의 생산능력을 향상시키기 위해서는 가장 좋은 환경조건을 제공해 주는 것이 필수조건이지만 항상 최적의 환경조건을 충족시켜 주기란 쉽지 않다. 특히 사람이 젖소를 가축화시킨 후에는 젖소가 마음대로 가장 적합한 장소를 찾아다닐 수 있는 권리를 박탈하였고 좁은 공간 내에 많은 두수를 수용하여 사육하면서 경제성만을 추구하다 보니 젖소의 생리나 습성마저 무시되어 오히려 생산성이 둔화되기에 이르렀다. 따라서 최근에는 이것을 인식하고 최적환경 하에서 최대의 생산능력을 나타낼 수 있는 환경여건에 관심을 가지게 되었다.

2. 젖소의 임계온도

임계온도란 젖소가 물리적인 조절기능만으로 체온을 조절할 수 있는 온도의 범위를 말하며 그 하한선인 저온임계온도는 젖소에 있어서 사료섭취 수준과 산유능력에 따라 차이가 난다. 즉, 사료섭취량과 산유량이 높을수록 저온에 견디는 능력이 증가되어 저온임계온도가 낮아진다. 그림 1은 각종 조건하에서의 젖소의 저온 임계온도를 나타낸 것이다.

온도가 계속 상승하여 열 발산량이 크게 증가되는 지점을 고온임계온도라 부르며 외기 온도가 변화함에 따라 젖소의 생리적 반응과 산유

량에 미치는 영향을 <표 1에 나타내고 있다.>

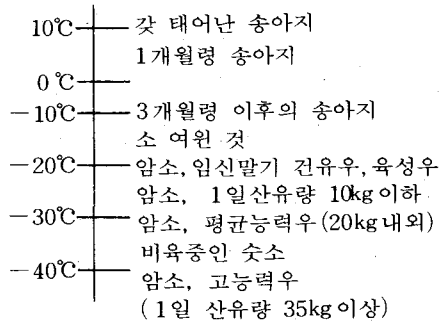


그림 1. 우유의 저온 임계온도

3. 외기 온도와 젖소의 생리적 변화

여름철의 고온 다습한 외기 온도는 젖소자체의 생리적 기능에 많은 영향을 미치며 그 중에서도 특히 현저하게 나타나는 현상은 호흡수의 증가와 사료섭취량의 감소이다.

호흡수의 증가는 체열을 발산하기 위한 수단 때문이며 사료 섭취량의 감소는 발열 즉, 체내에서의 영양소 이용에 의해 생산되는 열량증가를 줄이기 위한 젖소 스스로의 생리적 조절 때문에 일어나는 방어자세이다.

(1) 외기 온도와 체온유지 및 호흡수

온혈 동물은 체온이 36°C인 꼬끼리에서 43°C인 소형 가금류에 이르기 까지 다양하다(표 2). 따라서 온혈동물은 외기 온도가 일정하지 않

표 1. 산유중인 젖소의 임계온도와 생리적 반응

저온임계온도 (LCT)

고온임계온도 (UCT)

온도대	추위스트레스권	냉감대	쾌적대	온감대	더위스트레스권
환경적응 방법	체온유지를 위해 체내축적에너지 또는 성장, 산유용 에너지를 분해함.	쾌적대 (Comfort zone)에서는 자연 적용되며 냉·온감대에서는 자세변경, 피모직립 등의 물리적 조절반응으로 적응함.			체온유지를 위해 열발산 반응에 필요한 에너지생산 산량이 증가하므로 체내 에너지를 분해함
사료 섭취량	일반적으로 증가하나 초저온에서 행동제약으로 인하여 감소됨.	증가함	일정수준 유지	감소함	급격히 감소함 (40°C에서 정상수준의 60% 미만)
음수량	감소함	감소함	대체로 일정	증가함	급격히 증가하나 35°C 이상에서 감소함
산유량	감소함	대체로 높은 산유량을 유지함			급격히 감소함
		13°C		18°C	

← 저온환경 산유량이 높을수록 낮음 (-24°C ~ -40°C)

대체로 일정함 고온환경 → (27°C 내외)

〈표 2〉 각 동물별 체온

동물	체온 (°C)	동물	체온 (°C)
사람	37	개	38.6
소	38.5	닭	41.7
말	38	소형가금류	43
면양	39	고양이	38.6
산양	40	코끼리	36
돼지	39		

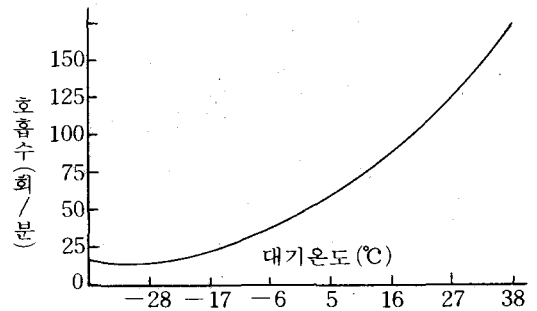


그림 2. 대기온도에 대한 호흡수의 변화

다 할지라도 항상 일정한 체온이 유지되어야 한다. 그러나 외기 온도가 일정 수준 이상으로 증가하게 되면 체온조절 기능을 상실하게 되며 따라서 체온이 증가하게 된다. 땀을 흘리지 않는 동물인 젖소는 체온조절을 호흡에 의해서 조절하게 된다. 외기 온도가 16°C까지는 분(分)당 젖소의 호흡수가 30회정도로서 정상수준을 유지하나 외기 온도가 16°C 이상으로 올라가면 10°C 증가할 때마다 분(分)당 호흡수가 약 2배로 증가하게 되며(그림 2), 40°C에서는 10°C에 비해 5배가 증가하게 된다. 이것은 호흡에 의해 정상체온을 유지하기 위한 젖소의 생리적

용 때문이다.

그러나 사람과 기타 땀을 흘리는 동물의 호흡수는 땀을 흘리지 않는 젖소처럼 빨리 호흡수가 증가되지 않는다. 그리고 외기 온도가 증가하므로서 사람의 맥박수는 증가되나 젖소의 경우는 오히려 감소된다.

땀을 흘리는 동물은 혈액이 체표면으로 분산되어 땀의 증발에 의해서 체온을 냉각시키기 때문에 이로 인해서 체내혈액의 부족을 보상하기 위해서 맥박이 증가된다(그림 3). 그러나 땀을 흘리지 않는 동물은 외기 온도가 증가하면 맥박

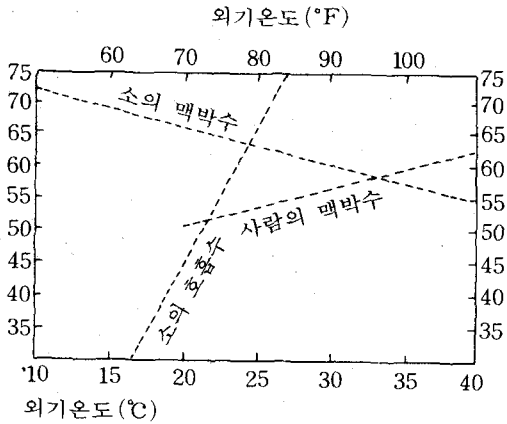


그림 3. 외기온도와 호흡수 및 맥박수

수가 감소되며 이것은 땀을 흘리지 않기 때문에 피부의 온도가 식지 않기 때문이다. 그래서 혈액은 주로 체 내부에서 순환하게 된다.

(2) 외기 온도와 사료 섭취량

젖소의 사료 섭취량은 외기 온도가 약 20°C 이상으로 올라가면 점차로 감소하기 시작해서 30°C 이상에서는 급격히 저하하다가 38°C에서는 사료섭취를 완전히 중지하게 된다(그림 4).

Jimenez (1982)는 외기 온도가 사료 및 섭취량과 산유량에 미치는 영향을 <표 3>와 같이 나타내고 있다.

이와같이 외기 온도가 상승함에 따라서 사료 섭취량이 감소하는 이유는 제 1위(胃)에서 사료

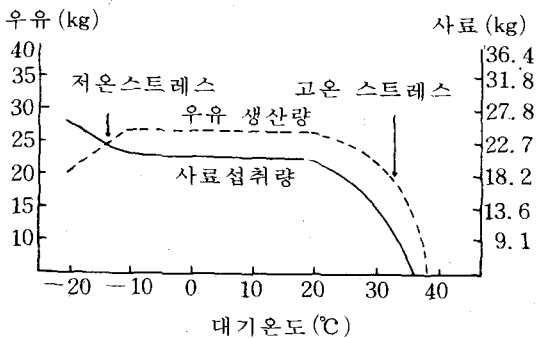


그림 4. 대기온도와 산유량 및 사료섭취량과의 관계

표 3. 외기온도가 체유지 요구량과 사료 및 물섭취량에 미치는 영향

(600kg유우, 3.7% 유지방)

외기온도 (°C)	유지요구량 (%)	사료섭취량 (DM), kg	산유량 (kg)	물섭취량 (kg)
-20	151	20.4	20	51
-15	133	20.0	23	55
-10	126	19.8	25	58
-5	118	19.3	27	63
0	110	18.8	27	64
5	103	18.4	27	67
10	100	18.2	27	67
15	100	18.2	27	67
20	100	18.2	27	68
25	104	17.9	25	74
30	111	16.9	23	79
35	120	16.7	18	120
40	132	10.2	12	106

Jimenez, 1982. Feedstuff 54(21)

의 발효열과 체 내에서의 영양소 이용에 의한 열량 증가와 밀접한 관계를 가지고 있다. 즉, 이들 발효열과 열량 증가에 의해서 체온이 상승하게 되므로 외기 온도가 높으면 젖소가 정상적인 체온을 유지하기 위하여 사료 섭취량을 그만큼 줄이게 된다. 반대로 외기 온도가 -15°C 이하로 내려가게 되면 사료 섭취량은 증가하게 되나 많은 에너지가 체온 유지에 소모되므로 산유량 유지에 필요한 에너지의 부족 현상을 초래하게 되고 따라서 산유량이 크게 떨어진다.

아이오아 대학교 연구팀도 외기 온도가 24°C 일 때 조사료의 섭취량이 10% 떨어지고 27°C에서 30% 그리고, 27°C 이상으로 올라가면 그 다음날 산유량이 떨어진다고 발표하였다. 이와 같이 사료 섭취량에 영향을 미칠 뿐만 아니라 고온은 목초의 품질에도 영향을 미친다. 외기 온도가 높아지면 목초가 빨리 성숙하게 되며 이것은 조섬유의 함량 증가와 더불어 다른 영양소 함량을 감소시켜 섭취량을 떨어뜨리는 결과를 가져온다.

4. 외기 온도와 산유량 및 유조성분 변화

1) 외기온도와 산유량

외기 온도의 영향에 의한 산유량 감소는 젖소의 품종과 개체에 따라 다르나 일반적으로 젖소의 직장온도(直腸溫度)가 1°C 상승함에 따라 1일 산유량은 1kg씩 감소되는 것으로 평가되고 있으며, 여름기간 동안의 일시적인 고온에 의해서 일단 산유량이 감소하게 되면 시원한 가을이 되어도 산유량이 원상태로 다시 회복되지는 않는다. 외기 온도가 4°C에서 24°C 범위 내에서는 젖소 품종에 상관없이 산유량이 큰 영향을 미치지 않는다. 그리고 온도가 4°C 이하로 내려갈 때에도 사료 급여량을 증가시켜 주면 산유량에 영향을 미치지 않으나 -15°C 이하로 외기 온도가 내려가면 산유량이 크게 감소된다.

일반적으로 대형 품종인 '홀스타인'은 소형 품종인 '저지' 등에 비해 저온에 견디는 능력이 강하지만, 반대로 고온에서는 대형 품종보다 소형 품종이 견디는 능력이 강하다. 이것은 소형 젖소 품종은 대형 품종에 비해 체중당 체표면적이 넓어서 더 많은 열을 발산할 수 있기 때문이다. 유 생산을 위한 최적온도는 10~16°C 범위이고, '홀스타인'과 '브라운 스위스'는 외기 온도가 각각 27°C 및 28°C에서 산유량이 감소되어 38~40°C에서 모든 산유량이 중지된다(표 4).

고온의 영향에 의한 산유량의 감소는 산유능력이 낮은 젖소 보다도 산유능력이 높은 젖소에

표 4. 산유량에 미치는 외기온도

홀 스타 인	최적온도	산유량이 감소되는 온도 (임계온도)	산유량이 중지되는 온도
홀 스타 인	10~16°C	27°C	38~40°C
브라운스위스	10~16°C	28°C	38~40°C
저 지	10~16°C	29°C	38~40°C
브 라 만	10~16°C	32~35°C	40

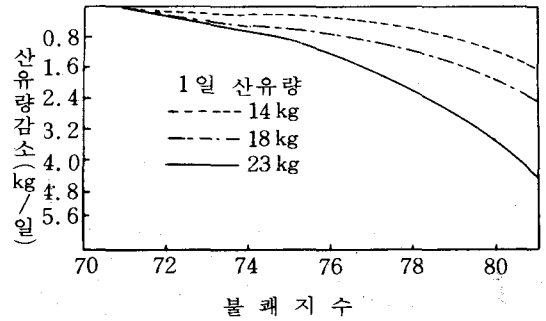


그림 5. 불쾌지수가 산유량에 미치는 영향

더욱 현저하게 나타난다. (그림 5)에서 보는 바와 같이 1일 산유량이 23kg인 고능력 젖소는 1일 산유량이 18kg 미만인 젖소 보다는 불쾌지수가 높아감에 따라 산유량이 더욱 현저하게 감소된다. 즉, 불쾌지수가 74.5% 이상일때 1단위 증가함에 따라 23kg의 산유량을 유지하는 젖소는 1일 0.8kg의 산유량이 감소되는 반면 14kg의 산유량인 젖소는 1일 0.3kg의 산유량이 감소된다.

2) 분만계절과 산유량

분만계절 역시 산유량에 커다란 영향을 미치며 이것은 분만시의 외기 온도에 의한 영향 때문인 것으로 생각된다. (그림 6) 즉, 고온 다습한 7~8월에 분만한 젖소의 연간 산유량(305일)이 1~3월 또는 11~12월에 분만한 젖소보다 450kg이나 떨어진다. (Collier와 Thatcher) 그러므로 가능하면 더운 여름철에 분만하지

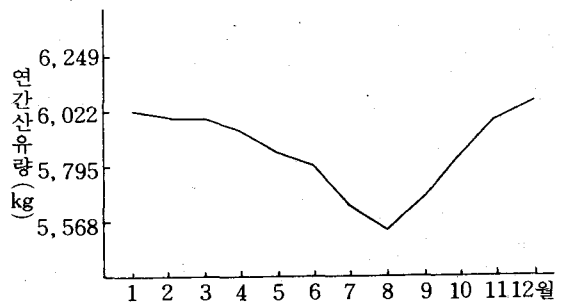


그림 6. 분만시기가 산유량에 미치는 영향

않도록 번식계획을 세우는 것이 산유량을 높이는 방법이다.

3) 외기 온도와 유 조성분

기온이 상승함에 따라서 산유량이 감소되며 특히 유지율(乳脂率)은 기온이 27℃ 이상 상승하면 크게 감소된다. 계절에 따라서 급여하는 사료, 온도, 습도 또는 관리 형태가 다르며 이런 조건들이 산유량에 영향을 미친다. 젖소는 일반적으로 여름보다는 겨울에 유지율이 15~20% 높다. 산유량도 가을 또는 겨울에 분만한 젖소가 봄 또는 여름에 분만한 젖소보다 높다. 이와같은 증가는 특히 겨울철은 시원하고 파리가 없는 등등의 좋은 환경조건과 좋은 사료를 급여하기 때문이다. 봄 또는 여름철의 수분이 많은 청초의 급여는 젖소의 침분비를 저해하고, 이것이 제 1위의 pH의 감소를 초래하여 유지율을 감소시키는 결과를 초래하기도 한다. 유지율과 무지 고형분 함량도 겨울에는 높고 3월, 4월 부터는 감소하기 시작하여 7월과 8월에는 최저수준을 달했다가 그 후부터 증가하기 시작한다. (그림 7).

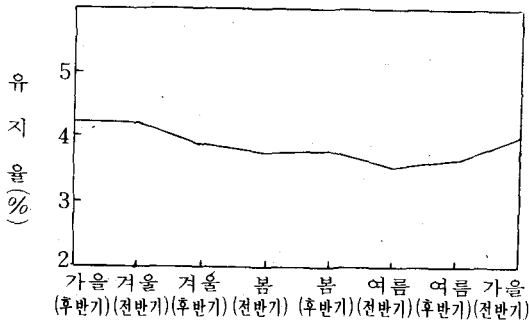


그림 7. 계절에 따른 유지율의 변화 (Smith, 1969)

가을과 겨울에 분만한 젖소가 다른 계절에 분만한 젖소에 비해 산유기간 동안에 총 고형물, 무지 고형분 및 유지율이 높는데 그 이유는 총 산유량이 높기 때문이다.

5. 외기 온도와 번식율

외기 온도가 29℃ 이상이 되면 정충의 생성이 나빠지면서 비정상적인 정충의 수가 늘어나게 되므로 (Roussel 등, 1963) 종모우 우사의 환기에 특히 주의해야 한다. 그리고 암소는 날씨가 더우면 송아지 생산능력이 떨어지는데 그 이유는 고온에 의하여 젖소의 내분비 기관이 비정상적이 되어 발정기간이 정상보다 5~6시간 짧은 12~13시간이, 또한 젖소의 발정 증세가 밤에만 나타나기 때문에 발정시기를 발견하기가 대단히 어렵기 때문이다. 그리고 무더운 여름에는 수태율이 떨어지면서 태아의 사망율이 높으며 直腸溫度가 39℃ 이상일 때는 수태가 전혀 되지 않는다. 임신율이 나쁘고 태아의 사망율이 높기 때문에 송아지 생산간격이 길어져 낙농가의 수익에 막대한 손실을 가져오게 되므로 무더운 여름철에는 임신율을 높이고 태아의 사망을 방지하기 위하여 젖소의 체온이 39℃ 이상을 넘지 않도록 방서(防署) 대책에 각별히 노력해야 한다. 미국 콜로리다 대학교의 Collier와 Buffinton 교수팀의 보고(1980)에 의하면 젖소에게 그늘막을 설치해 주었을 때에 그늘막이 없는 젖소에 비해 번식 능력이 현저하게 좋아졌음을 알 수 있다(표 5).

표 5. 그늘막 설치가 젖소 번식능력에 미치는 영향

항 목	그늘막 설치구	그늘막이 없는구
종 부 회 수	54	75
임신율 (%)	44.4	25.3
태아사망수	0	2

자료 : Collier와 Buffington 1980.

6. 유 생산을 위한 최적환경

젖소의 생산활동에 가장 좋은 환경은 외기 온도가 10~16℃, 습도는 60%, 그리고 환기는

표 6. 유생산을 위한 최적환경

	온도 (%)		습도 (%)		환기매분당 (m ³)	음료수온도 (°C)
	알맞는범위	최적온도	허용범위	최적습도		
축유우송아지	5~21	10~16	50~70	60	5.7	15~24
	10~24	18	-	-	-	-

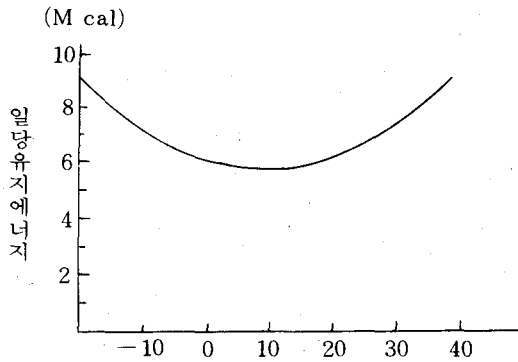


그림 8. 기온에 따른 일당유지 에너지 (450kg 유우)

매 (每) 분당 5.7m³이며 마실 물의 온도는 15~24°C로 유지하는 것이다. <표 6>.

젖소의 경우, 기온이 상승하면 에너지의 이용 효율이 감소하는데 McDoWell 박사 (1972)의 보고에 의하면 21°C에서 가소화 에너지 (Digestible Energy)가 우유로 변하는 효율이 60%인데 비하여 32°C에서는 31~40%로 떨어지며 (그림 8)에 나타난 바와 같이 450kg의 젖소에 있어서 기온이 20°C 이상 부터는 유지 에너지가 더 많이 필요한데 그 이유는 체열의 외부 발산을 위하여 혈액순환의 증가, 땀샘의 활동증가 및 체온의 저하를 위한 대사기능의 증가 등으로 인하여 유지 에너지가 더 필요하게 되므로 여름철의 사양에 특히 주의해야 한다.

