



# 전환기 사양관리의 경제학



**나 현 재**  
(주)에그리텍이앤씨(E&C)  
대표컨설턴트

낙농은 사료영양소를 젖소 생리에 적절한 비율과 분량으로 투입하여 우유를 얻어내도록 생산활동하는 산업이다. 일반적인 조건에서 젖소는 자신의 생명유지를 위하여 체온을 유지하고 오장육부를 가동시키기 위한 에너지를 우선 소비하며, 다음으로 생존의 필수불가결한 기본동작(사료섭취, 이동, 휴식을 위한 근육운동)에 영양소를 소비한다. 그러하고도 남은 영양소가 있다면 생리적 수요에 따라 유즙의 합성이나 성장을 위한 체조직의 형성, 또는 태아의 성장 등에 이용한다. 그러나 영양부족 상태일지라도 임신말기 태아의 성장 또는 분만 직후 유즙분비와 같이 종족의 번식에 필요한 영양소는 체내 비축영양소를 동원하여 그 임무를 완수한다. 그러므로 통상적으로, 젖소로부터 매일 얻어지는 우유는 그가 생존에 필요한 영양소를 쓰고 남은 것이 우유로 합성되어 흘러나오는 것이다. 그런데 목장의 유량은 같은 소에게 동일한 사료를 급여하여도 매일 달라지며, 기후의 변화가 큰 시기나 환경적 변화가 큰 시기에는 그 변동폭이 매우 크다. 이러한 생산성의 변화는 젖소가 체내에서 사료영양소를 소화, 흡수, 분해, 합성하는 과정에 영향을 미치는 각종 요인들의 작용 때문이다.

가축의 환경을 넓은 의미로 말하면 체내환경(internal environment)과 체외환경(external environment)으로 구분하여 생각할 수 있으나 개념상으로는 가축의 몸 안팎의 모든 영향요소를 환경인자라고 한다. 이러한 환경인자 중 거의 모든 요소가 변화되는 시기가 “전환기(Transition Period)”인 것이다

전환기라 함은 일반적으로 분만 전 20일부터 분만 후 30일 정도까지의 기간을 이야기 하는데, 이 시기에는 호르몬 및 대사(Metabolism)의 지각변동기라 할 수 있고, 신체적 변화와 함께 사료변화·환경변화 등이 함께 동반되는 매우 혼란스러운 시기인 것이다. 그래서 이 시기가 대사성 질병이 가장 빈번하게 발병되는 시기가 되는 것이다.

## ◆ 전환기 동안 젖소의 영양 및 대사상태

1989년 NRC 젖소사양표준에는 임신우에 대한 영양소 요구량은 1개만 추천하고 있는데, 이는 임신우의 분만 전후 많은 생리 및 대사적 변화에 적응하



기에는 너무나 단순하여, 이 기간의 적절한 영양관리를 수행하기 적절치 않게 될 수도 있는 상황이었다. 만약 이기간에 적절한 영양관리가 이루어지지 않는다면 분만 후에 대사성 장애, 산유량 감소 및 번식률 저하 등이 일어나게 된다. 개체별 차이는 있지만 분만예정일 1주일 전부터 임신우의 사료섭취량이 점차 감소하여 분만 직전에는 약 15~30%까지 감소하지만, 임신우의 영양소 요구량은 증가하여 결국 분만직전 임신우의 에너지 및 단백질 영양은 부족한 상태가 된다. 따라서 최근에 개정된 NRC 젖소사양표준(2001)에는 “건유~임신270일까지(far-off)”, 그리고 “임신 270일~분만까지(close-up)”, 그리고 “분만 직후~분만 후 3주까지(fresh)”영양수준을 세분하여 추천하고 있는 상황이다.

분만 전후의 젖소의 상태는 건유, 분만, 비유, 수태로 크게 변화한다. 이 변화에 대응하여 적절한 사양관리를 해주는 것이 중요하다. 건유기에 영양소 섭취량이 적으면 분만 직후에 지방간의 발생률이 높아진다. 반대로 사료급여량을 늘려서 체지방을 증가시키면 분만 후에 대사장애를 일으키기 쉽다고 한다.(CSIRO, 1990). 건유는 분만 전 60일 전후가 최적이라고 알려져 있다. 건유 후 분만까지의 2개월간은 태아의 성장이 현저한(생시 체중의 2/3) 시기로 이에 필요한 영양소를 충분히 보충하지 않으면 안 된다.

이와 같이 전환기에 있는 젖소에게는 영양수준을 달리하여 급여해야 한다. 왜냐하면 분만직후부터 최고 비유기까지 젖소의 산유량은 사료섭취량 증가보다 더 많이 증가하기 때문에 젖소의 영양상태는 불균형을 이루게 되며, 특히 분만 직후에 이러한 불균형이 심각한 상태가 되어 혈중 글루코스 함량이 감소하고 반면에 혈중 유리지방산(NEFA) 및 케톤(Ketone)의 함량이 현저하게 증가하게 된다. 혈중 지방산 함량 증가는 산유초기 부족한 에너지를 보충하기 위해 체지방이 동원되기 때문이다. 즉, 지방은 NEFA로 전변되어 혈액을 통하여 간으로 이동한다. 혈중 NEFA 농도는 보통 분만 전에는 200 $\mu$ eq/l가, 분만 일 때 600 $\mu$ eq/l 정도가 된다. 이 NEFA는 간장에서 에너지와 아세트산으로 바뀐다. 이 아세트산은 좋은 점과 나쁜 점의 2가지 상반되는 역할을 가지고 있다. 만약 간장에서 이용 가능한 프로피온산이 있다면 아세트산은 에너지로 전변된다. 그러나, 이용 가능한 프로피온산이 없다면 아세트산은 케톤체(아세톤, 아세토아세테이트, 베타-하이드록시뷰틸레이트)로 바뀌 혈액으로 들어가 뇌에서 사료섭취를 적게 하도록 메시지를 보낸다(Moe, P. W. H. F. Tyrrell. And W. P. Fiatt, 1971).

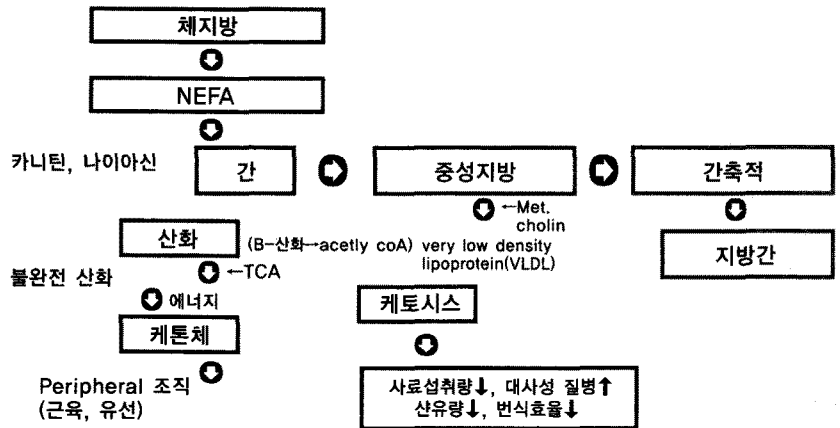


그림. 케토시스 및 지방간 생성과정

이 결과 사료섭취량이 감소하고 이와 더불어 체지방의 분해가 더 많이 일어나며 이로 인하여 임상형 또는 준임상형 케토시스가 일어나게 된다. (그림)

한편으로 간에 도달한 NEFA가 산화되지 않는다면, 에스테르화가 되어 중성지방산이 된다.(Dado, R. G. D. R. Mertens, and G. E. Shock. 1993) 중성지방산은 초저밀도 지질단백질(VLDL, very low density lipoprotein)의 일부분이 되어 혈액을 통해 간으로부터 빠져 나가거나 간에서 축적이 된다. 그러나, 젖소와 같은 반추동물은 중성지방산이 혈액을 통해 빠져 나오는 양이 단 위동물에 비하여 매우 낮다. 이로 인하여 만약 지방산이 너무 많으면 간에 지방이 침착 되어 지방간이 일어나서 간의 기능을 저하시킨다.

이와 더불어 임신우가 분만하게 되면 젖소는 약 10kg의 초유를 생산하는데 여기에는 칼슘이 약 23g 함유되어 있으며 이 양은 보통 우유에 함유되어 있는 칼슘의 양보다 약 9배가 더 많다. 따라서 분만우는 사료나 뼈로부터 부족한 양을 추가로 공급받아야 한다. 이러한 분만 전후의 급격한 칼슘대사의 변화에 적응하도록 돕기 위하여 사료의 음이온화가 필요한데, 실제로 사료 조성(배합)을 조정하는 과정에서 급여하는 사료(배합사료 혹은 TMR사료)의 전체를 음이온화 하는 것은 실제 배합에서는 칼슘의 부족현상을 피하기 어려우므로 특히 주의하여야 할 것이며, 음이온 사료는 부분적으로 첨가제 형태로 급여하고, 해당되는 생리적 변환기 동안의 가급적 짧은 기간동안(분만 전 1~2주)에 건유우의 생리적 적응능력을 갖추도록 사용하는 것이 좋겠다. 그리고 분만 직후에는 칼슘공급량이 부족하지 않도록 충분한 양을 공급하기 위하여 흡수율이 높



은 석회석 등의 천연칼슘 공급제를 충분히 섭취할 수 있도록 해주는 것이 중요하다.

만약 혈중 칼슘의 함량 증가에 관여하는 생리 기전작용이 원활하지 않게 되면 젖소는 유열(Milk fever)이 발생하게 된다. 또한 이와 같은 대사성질병은 후산정체, 유방부종 및 유방염 발생과 매우 높은 밀접한 관계가 있기 때문에 이러한 대사성 질병 발생을 최소화 할 영양 및 사양관리가 전환기 동안에 매우 중요하다.

◆ 전환기 동안 영양소 결핍에 의한 대사성 질병 발생

대사성 질병은 분만 전후에 많이 발생하는 질병으로 젖소목장 경영에 매우 많은 경제적 손실을 가져다준다. 질병 발생시 치료비는 총 경제적 손실 중의 단지 일부분에 불과하다. 젖소가 대사성 질병에 걸리면 사료 섭취량이 감소하고, 스트레스가 증가하여 최고 산유량이 줄어들어 연간 총 산유량(305일 산유량)이 감소하게 되는데 일반적으로 최고 비유기 때(피크산유량) 일일 산유량이 1kg 증가한다면 305일 산유량은 200~300kg이 증가된다.(피크산유량 1kg 감소는 305일 산유량 250kg=200~300kg 평균 ; 감소). 일반적으로 목장에서 많이 발생하는 주요 대사성 질병은 직접적인 경제적 손실이 매우 클 뿐만 아니라 2차적인 번식을 저하, 우유 품질저하 등을 고려하면 경제적 손실은 더욱 커질 것으로 사료된다.

항목	영양상태		관련대사성 질병
	결핍	과잉	
난산	에너지, 단백질	에너지	유열
유열	Ca, Mg, 단백질	Ca, P, Na, K	난산, 후산정체
		비타민 D	케토시스, 유방염
그라스테타니	Mg	K, 단백질	
기립불능증	P, Cl, Ca, Mg	단백질, K, 유방염	유열
		(대장균이 원인)	
후산정체	Se, Cu, I, P, 단백질	에너지, K	유열, 케토시스
	에너지, 비타민 A, E		
유방부종	단백질, Mg	Na, K	
케토시스	에너지, 단백질		유열, 후산정체, 전위
제4위 전위	조섬유	에너지(농후사료)	유열, 케토시스, 유방염

〈표〉 주요 대사성 질병의 영양학적 원인 및 관련된 발생 대사성 질병



◆ **대사성 질병 발생 발생에 의한 경제적 손실**

미국 코넬대학 수의과대학은 젖소 전환기(비유초기) 질환의 경제적 손실규모를 추정하여 Hoard's dairyman에 다음과 같이 발표했다.

- 1. 전 위 : 312달러(약 374,000원)
  - 2. 후산정체 : 206달러(약 247,000원)
  - 3. 유 열 : 181달러(약 217,000원)
  - 4. 난 산 : 161달러(약 193,000원)
  - 5. 케토시스 : 151달러(약 181,000원)
- 합 계 : 1,011달러 = 1,210,000원(1\$ = 1,200원)

위의 금액은 유량으로 환산하면 약 1,400~1,500kg 정도 되는 금액이다.

실제로, 미국 일리노이주립대학 연구에 의하면, 비유초기 20일간 건강한 젖소는 건물섭취량이 1일 1파운드(453g)정도 더 많았고, 질환을 가진 젖소는 분만 1일차 5파운드(227g) 정도의 사료를 덜 먹었으며, 건강한 젖소는 1일 20파운드(9kg)의 우유를 더 생산하였고, 한 비유기(305일)로는 4,000파운드(1,814kg)의 우유를 더 생산하는 것으로 조사되었다고 한다.

코넬대학에서 발표한 자료의 수치에는 유량손실과 함께 폐사율, 치료비, 공태연장등 다양한 손실의 합계나 통계치를 추정한 수치이고, 일리노이주립 대학 자료 역시 비슷한 연구를 진행한 수치라고 보면, 전환기(비유초기) 대사성 질병 관리의 성공여부에 따라서 한유기 동안 1,400~1,800kg의 유량이 증가 아니면 감소된다는 같은 결론으로 볼 수 있을 것이다. 앞서서도 이야기 한, 피크 산유량 1kg은 305일 산유량 250kg 정도를 증가 또는 감소할 수 있는 결과를 낳는다는 것들 역시 같은 맥락에서 보면 틀림 없을 것이다.

우리나라 젖소 두당 생산우유가 8,654ℓ (2009년, 통계청)이면 약 8,900kg임을 감안하고 250kg의 생산량은 2.8%에 해당하는 생산량이고, 1,600(1,400~1,800 평균)kg의 생산량은 17.9%에 해당되는 생산량의 변화(차이)인 것이다.

이처럼 집중된 50~60일 동안의 세심하고 체계적이고 과학적인 관리로 인하여 평균 생산량의 2.8%~17.9%의 변화(차이)를 만들 수 있다면, 구제역사태로 예상되는 생산부족량을 충분히 충당할 수도 있다고 본다.

◆ **대사성 질병 예방을 위한 전환기의 영양소 급여 전략**

**분만 전**

건유 전기(건유 직후부터 분만 전 4주간까지)는 혹사된 유선조직을 휴식·



회복시키는 기간이다. 이 기간의 영양소 요구량은 높지 않기 때문에 과비를 예방하기 위해서도 조사료 위주의 사료로 사육하는 것이 중요하다. 건유 후기(분만 전 3주간)에는 건물섭취량의 저하가 현저해진다. 이 원인에 대해서는 태어나 자궁의 급격한 성장에 의해 소화관이 압박되거나 분만과 비유를 준비하기 위한 호르몬이 분비되어 체내 호르몬 균형이 무너져 식욕이 감퇴하는 것 등으로 추정된다.

또한 비만도 건물섭취량을 저하시킨다. 더욱이 조사료 다량 급여로 사료 중 에너지 함량이 지나치게 낮을 경우에는 영양소 요구량을 충족시킬 만한 섭취량을 얻을 수 없다. 분만 전에 건물섭취량이 감소하면 부족한 에너지를 보충하기 위해서 체지방이 동원되기 때문에 극단적인 경우에는 케톤증이 된다. 또한 송아지의 생시체중은 감소하고, 분만 후에도 건물섭취량이 낮은 채로 지속되어 케톤증, 지방간 등 대사장애를 초래하기 쉽다. 그래서 이 기간의 영양소 충족은 사료의 양보다는 질적수준을 높여 단순한 양적증가 보다는 소화율의 증진이나 질적(에너지 혹은 단백질)수준이 높은 원료의 사용으로 해결하는 것이 좋겠다.

### ◎ 사료섭취량의 최대화

전환기 동안에 사료섭취량을 최대화하는 것이 대사성질환을 줄이는데 핵심이다. 분만 전 및 분만 후에 1가지 이상의 대사성 질환을 경험한 젖소와 경험하지 않은 젖소의 사료섭취량을 조사한 결과 정상적인 젖소의 사료섭취량은 건유기 때부터 분만직전까지 체중의 1.8%에서 1.2%로 감소한 반면(1.8%→1.2% / 체중)에 대사성질환에 걸린 젖소는 사료섭취량이 체중의 1.8%에서 0.9%로(1.8%→0.9% / 체중) 더 많이 감소하였으며 이 결과로 산유량도 더 적었다. 임신우는 이처럼 사료 섭취량이 매우 중요해서 임신우의 사료섭취량을 최대화 하기 위한 사양방법을 정리하여 본다.

#### ① 신체총실지수(BCS)

임신우의 신체총실지수가 3.7 이상으로 과비한 경우 분만 후에는 식욕이 현저하게 감소하여 체중의 1.5%를 섭취하지만 신체총실지수가 3.2~3.6인 경우에는 체중의 약 2.0%까지 섭취했다는 연구 보고가 있다. 또한 임신우가 너무 과비되면 산유초기 때 많은 건강문제가 발생하게 되므로 적정 BCS를 유지해야 한다.



② 조사료 : 농후사료 비율 조절

조사료 : 농후사료의 비율을 줄여 주면 에너지 섭취량이 증가하여 체지방 조직으로부터의 지방산 동원이 감소하게 된다. 분만 전 30일부터 분만까지 농후사료의 비율이 13% 및 50% 정도의 두 종류의 사료를 급여한 결과 농후사료의 구성비율이 50%인 사료를 급여 했을 때가 사료섭취량이 더 많았다.(아래 표)

변수요인	표준	고수준 NFC
조사료 : 농후사료	87:13	43.5:56.5
NDF(%)	48.9	29.5
NFC(%)	23.5	43.8
NE <sub>L</sub> , Mcal/lb	.61	.74
DMI, % BW	1.5	1.9
섭취 NE <sub>L</sub> intake(Mcal)	13.5	21.2

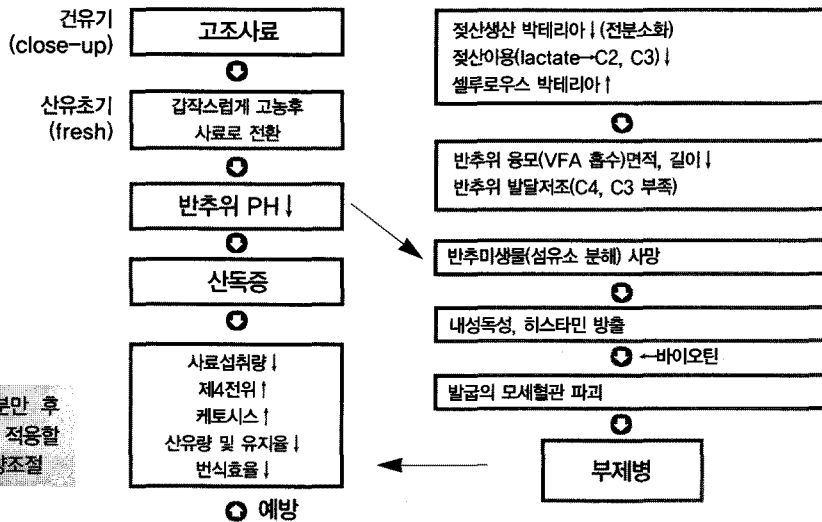
Minor et al., 1998

이와 같이 분만 전에 농후사료의 비율을 높여주면 반추위에서 프로피온산이 조사료 급여시 주로 생성되는 초산보다 반추위 섬모의 발달을 더 많게 하게 하여 반추위로부터 휘발성 저급지방산의 흡수능력이 개선되며 결국 반추위 내 저급지방산의 축적을 최소화시킴으로써 상대적으로 반추위의 pH 감소를 줄여준다.

◎ 사료중 에너지와 단백질 농도의 증가

분만 예정 3주전부터 에너지 및 단백질의 섭취량을 증가 시켜주면 분만 후 대사성 질병의 발생이 감소하게 되는데 이와 같은 사양방법을 유도사양(challenge feeding)이라고 한다(한국젖소사양표준, 2007).

◆유도사양



분만 전 반추위를 분만 후 고수준의 농후사료에 적응할 수 있도록 발달·영양조절



분만 전에 고 에너지이면서 고 단백질 사료를 급여할 경우 간의 지방산 함량이 0.5로, 고 에너지이지만, 단백질 수준이 낮은 사료의 지방간 지수의 3.0보다 현저하게 낮았다. 분만 예정 3주 전부터 에너지 농도와 단백질 농도를 증가시켜주면 섭취량이 약 30%가 증가 되고 혈중 지방산 및 간장 내 중성지방산의 함량이 감소한다는 연구보고가 있다(Dado, R. G. D. R. Mertens, and G. E. Shock. 1993 外).

에너지를 높이기 위해 주로 사용할 수 있는 물질이 전분 등과 같은 비구조성 탄수화물(NFC)로 이 영양소의 함량은 분만 전후 일정수준을 급여해야 하는데, 임신우는 33~38%, 그리고 비유초기는 35~40%가 적정수준이며 반드시 45%는 넘지 말아야 하는데, 왜냐하면 농후사료 과다 급여로 반추위 내 pH가 떨어져 산독증과 같은 대사성 장애가 발생할 수 있으며 이로 인하여 부제병과 같은 발굽 질병이 동반될 수 있기 때문이다. 따라서 반추위의 안정적 발효 유지와 더불어 가축의 생산성을 최대로 유지하기 위해서는 조사료 : 농후사료의 비율이 중요한데 적정비율은 NDF(중성세제불용성섬유질) : NFC(비구조성 탄수화물)의 비율이 1 : 1.2이다.

한편, 단백질의 급여량을 증가하면 후산정체와 케토시스 발생률이 감소한다. 분만 예정 3주 전부터 단백질 함량이 높은 사료를 급여한 젖소의 분만 후 산유량이 더 높고, 대사성 질병이 약 55% 감소 하였으며, 케토시스 발생 및 공태일이 감소하였다는 연구 보고가 있다(Butler, W. R. 1998. Review 外). 그러나 만약 임신우에 급여하는 사료의 단백질 함량이 15% 이상일 경우 여러가지의 대사성 질병의 발생 빈도가 증가할 수 있는데, 특히 기립불능우가 발생할 수 있다.

## 분만 후

### ◎ 유도사양

이 기간 동안의 젖소는 산유량이 높아 영양소 요구량이 많지만 비유초기의 건물섭취량에 한계가 있기 때문에 부족한 영양소를 충족할 만큼의 사료섭취를 할 수 없다. 젖소는 분만 후 약 4~5주 째에 최고 유량에 도달하지만, 건물섭취량의 피크는 8~10주 경이 된다. 이러한 차이가 “-에너지 균형=에너지 음균형”의 원인이다. 이로 인하여 체중은 분만 직후부터 감소하기 시작하여 3~4주 째에 최저가 되고 분만 직후의 수준으로 회복하는 데는 약 10주가 걸리는 경우가 많다.





젖소의 에너지 균형이 “-”가 되면 대사 및 번식장애의 발생이 많아지게 된다. 즉 영양의 부족부분을 보충하기 위하여 젖소는 체지방 등 축적영양분에서 영양소를 동원하지만 그것이 너무 과다할 경우 지방간, 케톤증 등의 대사장애로 연결된다. 따라서 이 시기에 중요한 것은 젖소에 가능한 건물섭취량 및 영양소 농도를 높여주는 것이다. 분만 전부터 농후사료의 급여량을 늘려주어 분만 후는 농후사료의 비율이 높은 사료로 변경해 갈 필요가 있다.

요약하면 아래 표와 같다.

건유 직후 ~ 분만 전 4주	유선조직을 회복시켜주는 기간이며 조사료 위주로 사양
분만 3주 전 ~	challenge feeding(비섬유성 탄수화물)
분만시 ~ 분만 3일	분만시 농후사료 급여량 유지하면서 칼슘대사 이상 최소화
분만 4일 ~ 분만 후 3주	건물섭취량 및 영양소 농도 증가(유도사양) 건물섭취량 피크가 산유량 피크보다 4~5주 늦게 도달되므로 분만 후 3주까지 최대한 농후사료를 11~13kg까지 늘려줄 수 있도록 노력(1일 500g미만)
분만 후 3주 ~ 피크기(산유절정기)	산유량 증가에 따라 농후사료 급여량 증가

또한, 분만 후 산유량별 적정농후사료 급여량도 어느 정도 기준에 따르면 좋겠다(2007, 한국사양관리 표준).

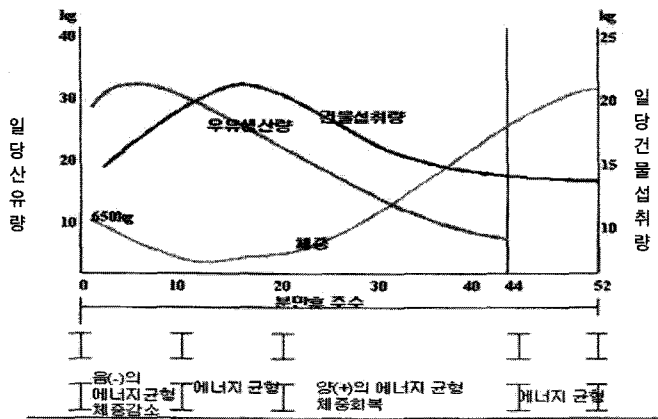
산유량, Kg/두	유량에 대한 농후사료 급여량 비율	총 농후사료 급여량
40kg 이상	25 : 1	16
35	26 : 1	13.5
30	27 : 1	11
25	29 : 1	8.5
20	30 : 1	6.5
15	40 : 1	3.8

이 이외에도 신체중실지수(BCS)의 변화에 따라서 분만 후 첫 발정까지 일수가 변화되고 수태율에도 영향이 있다고 한다. 오레곤 주립대학교에서 행해진 조사에서 보면 BCS가 0.5 이상 감소한 소는 0.5 이하 감소한 소에 비해서 분만 후 첫 발정이 늦고 수태율이 낮게 나타나고 있다.

BCS감소	분만 후 첫 배란까지 소요일수
< 0.5	28
0.5~1.0	34
> 1.0	44



착유우의 생육 단계별 영양균형에 대한 그림을 끝으로 본 내용을 마감코자 한다.



젖소는 분만 후 산유량이 계속 증가함에 따라 필요한 만큼의 충분한 에너지를 섭취하지 못하여 체지방과 체단백질을 이용해야 한다. 비유초기에 체내에 축적된 에너지를 이용하는 것은 당연한 것이며, 0.45kg의 체조직을 이용하여 3.2kg의 우유를 생산할 수 있는 에너지를 제공한다. 체형점수 1점은 젖소 체중 약 56kg과 같다고 한다. 대체로 젖소는 비유초기 45~67kg의 체중감소를 감안하여 충분한 영양소 축적을 비유말기 때 준비해 두어야 한다.

결국은 젖소의 관리는 전(全)기간을 두고 세심하게 관리되어야 하겠지만 특히, 분만 전 3주 ~ 분만 후 4주 정도까지가 더더욱 세심하고 계획적인 관리가 행해져야 하는 시기인 것이다. 이 시기의 성공 여부가 앞으로 300여 일동안 착유해야 하는 젖소의 운명이나 실력을 판가름할 수 있기 때문이다. 50여 일동안의 관리가 금전적으로 120만 원 정도를 변화(절약) 시킬 수 있고, 성우 50두면 6,000만 원이라는 큰 돈이 일년에 절약할 수 있는 돈이 된다.

더군다나 피크산유량 1kg만 증가 시켜도 305일 250kg(250×850 = 215,000원)인데, 성우 50두면 (215,000원×50 = 10,625,000원), 2kg 증가시키면 2,000만 원 등 기하급수적으로 수익이 증가되는것이다. 우리모두 전환기 관리를 잘 하여 부자 됩시다. ☺