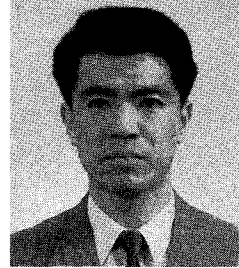


# 젖소사료의 영양소 균형과 건물 섭취량



서울우유 지도과  
장 상 열

젖소의 산유능력이 점차 향상됨에 따라 건물 섭취량을 늘리는 것에 대한 관심이 높아지고 있다. 건물 섭취량을 최대화하고 사료효율을 극대화하기 위해서는 각 단미사료의 영양소 함량과 균형에 관한 정보가 매우 중요하다. 또한 사료를 섭취하는 젖소의 1위에서 증식되는 미생물의 성장과정을 이해하고, 사료를 많이 먹을 수 있는 여건을 만들어주는 세심함이 필요하다.

요즘 경제 문제로 나라가 흔들리고 있다. 낙농 또한 대외 의존도가 높아 전에 없던 어려움이 예상된다. 그러나 우리가 기초 식량인 우유

생산을 포기하지 않는 한, 생산성 향상에 더 큰 비중을 두어야 한다.

낙농가는 철저한 기록으로 목장의 현황을 정확하게 파악하고, 새로운 낙농기술을 받아들여 낙농선진국과의 경쟁에 나설 수 밖에 없는 상황이다.

이 글은 점차 산유능력이 향상되고 있는 젖소에 있어서 가장 중요한 영양소인 단백질과 탄수화물의 균형 및 건물섭취량을 최대화 할 수 있는 방법에 대하여 일본의 낙농 전문지 (DAIRY JAPAN 부록 “영양 바란스 재점검” 번역판 1995. 2. 3사)를 참고로 하여 우

리 낙농가에게 도움이 될 수 있는 내용으로 다시 정리해보고자 한다.

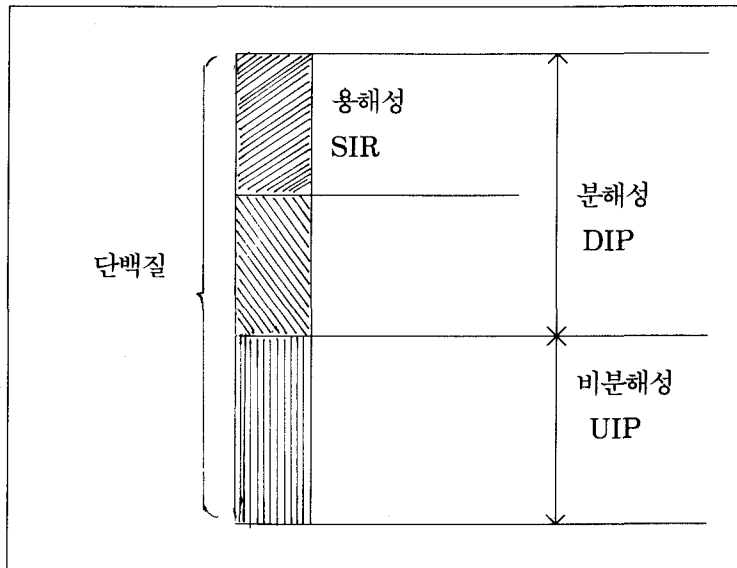
## 1 단백질의 균형

단백질은 젖소에 있어서 가장 중요한 영양소 중의 하나이다. 비유 중인 젖소에 있어서 단백질이 극단적으로 부족하면 채식 능력은 올라가지 않는다. 단백질이 부족하면 위 내에서 충분한 소화 일어나지 않아 사료를 섭취할 수 없는 현상이 일어나게 된다. 분해성 및 비분해성 단백질의 균형이 맞으면 문제가 없지만 이 균형

이 깨지면 젖소는 각종 장애를 나타낸다.

NRC 사양표준에는 단백질 요구량으로서 조 단백질(CP)을 분해성 단백질(DIP)과 비분해성 단백질(UIP)로 표시하고 있다. 이것은 젖소가 요구하는 단백질이 제1위 미생물에 의해 생성되는 미생물 단백질과 주로 4위에서 분해되는 바이패스 단백질에 의해 공급되는 것을 나타내고 있다. 미국의 코넬 대학에서는 NRC 사양표준의 분해성 단백질을, 비분해성 단백질 외에 용해성 단백질(SIP)을 추가한 새로운 시스템을 <그림 1>과 같이 나타내고 있다.

<그림 1> 단백질의 분류



- 분해성 단백질(DIP) : 1위 내에서 분해되는 단백질
- 용해성 단백질(SIP) : 1위 내에서 완전히 용해돼 급속히 암모니아로 분해되는 단백질, 분해성 단백질의 일부이다.
- 비분해성 단백질(UIP) : 1위 내에서 분해되지 않고 4위에서 소화되는 단백질이며, 비유전기와 고능력우에서 많은 양이 필요

일반적으로 고능력우에서는 미생물 단백질만으로는 단백질 요구량을 충족시킬 수 없으므로 UIP에 대한 의존도가 커진다. 그러나 미생물 단백질에 의한 공급량이 UIP량보다 많아, 미생물 단백질은 전체 단백질 요구량의 60~85%를 차지한다.

미생물 단백질의 40~100%는 암모니아로부터 만들어진다. 1위내 암모니아의 대부분은 사료로 공급된 단백질이 1위 미생물에 의해 분해돼 만들어진 것이다. DIP와 SIP는 미생물 단백질의 원료이다.

최근의 연구 결과에 의하면 미생물 단백질은 1위 내 암모니아 농도(NH<sub>3</sub>-N)가 5mg/dl일 때 최대로 이루어진다고 한다. 1위 내 암모니아 농도가 너무 낮으면 미생물 단백질의 생산량이 적어지며, 반대로 너무 높으면 과잉의 암모니아가 1위 벽으로부터 흡수돼 간에서 요소로 합성되며 결과적으로 혈중 요소태질소(BUN)를 높게 된다. 이는 단백질의 낭비이며, 요소 합성에는 에너지가 필요하고 간에도 부담이 돼 번식과 대사작용에도 나쁜 영향을 준다.

1위 내 암모니아 농도와 BUN 농도는 섭취하는 사료의 단백질 함량과 그 균형 그리고 탄수화물의 섭취량과 균형에 의해 영향을 받는다. 즉 사료의 단백질 섭취량이 아주 적당하다고 하더라도 DIP와 SIP의 비율이 많아지면 1위 내에서 암모니아의 생산이 과잉 돼 산유량이 줄거나 질병의 발생과 번식 성적의 저하가 나타난다. 반대로 DIP와 SIP의 비율이 지나치게 적으면 미생물 단백질의 합성량이 적어진다. 또한 SIP의 비율이 낮아지면 섬유소를 분

해하는 미생물의 증식이 나빠져 유지율이 저하될 가능성이 있다.

실제 사료 배합의 경우 <표1>에 나타난 중요 사료 공급원의 단백질 및 탄수화물 함량을 참고로 이용할 수 있다. 이는 미국의 자료이지만 사료의 성상에 따른 함량의 변화는 활용도가 높다고 본다.

조사료의 경우 사일리지는 건초에 비해 DIP와 SIP의 비율이 높다. 한편 표에는 나타나 있지 않지만 건초나 사일리지 모두 늦게 예취하면 조단백질 함량이 저하됨과 동시에 DIP와 SIP의 비율도 저하된다. 조사료의 SIP는 건초가 약 20%인데 비하여 사일리지는 40~60%로 2~3배 증가된다. 농후사료는 SIP는 콘글루텐피드의 48%, 아마박 41%, 생대두 40%를 제외하면 일반적으로 10~20%이다. 따라서 건초와 곡류 위주의 설계에서는 SIP가 부족되기 쉽다. SIP가 부족하면 1위 미생물의 증식이 원활하지 못하여 미생물단백질의 합성량이 저하된다. 또한 섬유소 분해균이 저하돼 유지율이 떨어지는 경우도 있다.

DIP의 비율을 보면 건초는 60~70%, 사일리지는 80~90%로 높고, 농후사료에서는 옥수수의 35%를 제외하면 일반적으로 60~80%로 권장 수준인 60%보다 과잉은 있어도 부족한 경우는 거의 없다.

한편 UIP를 40%로 맞추려면 가열대두(45~55%), 콘글루텐밀(55%), 주정박(62%), 어분(80%), 혈분(82%)과 같은 바이패스율이 높은 단백질 사료를 이용하여 조정한다.

〈표 1〉 사료의 단백질과 탄수화물 함량

	단 백 질				탄 수 화 물		
	조단백질 (CP)	분해성 단백질 (DIP)	용해성 단백질 (SIP)	비분해성 단백질 (UIP)	산성세제 불용성섬유 (ADF)	중성세제 불용성섬유 (NDF)	비섬유성 탄수화물 (NFC)
알팔파 건초	22	72	20	28	32	42	24
알팔파 사일리지	22	80-90	45-60	10-20	32	42	24
화분과 건초	10	63	20	37	*34	*61	*12
화분과 사일리지	10	70-80	40-55	20-30	45	66	12
대맥	13	79	35	21	7	26	56
옥수수	10	35	12	65	3	9	75
연맥	13	80	31	20	16	32	46
소맥	12	80	23	20	6	14	70
비트펄프	10	70	5	30	25	44	39
맥주박	28	47	5-10	53	23	46	15
주정박	28	38	15	62	18	44	14
면실	22	55	33	45	33	44	11
대두박	49	72	20	28	9	12	30
생대두	41	80	40	20	10	13	22
가열대두	41	45-55	10-20	45-55	10	13	22
어분	65	20	12	80			

- 미국 코넬대학
- DIP, SIP, UIP는 조단백질중 %, 그 외는 건물중 %
- \* 오차드그라스 NRC(1989)

## 2 탄수화물의 균형

탄수화물은 젖소의 에너지원으로서의 기능과 동시에 1위 미생물의 에너지원으로서도 중요하다

다. 즉 미생물이 1위 내에서 미생물 단백질을 합성하기 위해서는 에너지 공급원으로서의 탄수화물이 필요하며, 이는 사료 건물량의 70~80%를 차지한다.

탄수화물은 〈그림2〉와 같이 구조, 비구조

탄수화물로 분류되지만, 중성세제불용성섬유소(NDF)와 비섬유성탄수화물(NFC)로도 분류된다. NDF는 식물의 구조를 구성하는 세포벽 물질로 헤미셀룰로오스, 셀룰로오스, 그리고 리그닌이고, NFC는 비구조탄수화물인 당, 전분 및 구조 탄수화물인 펙틴으로 구성되어 있다.

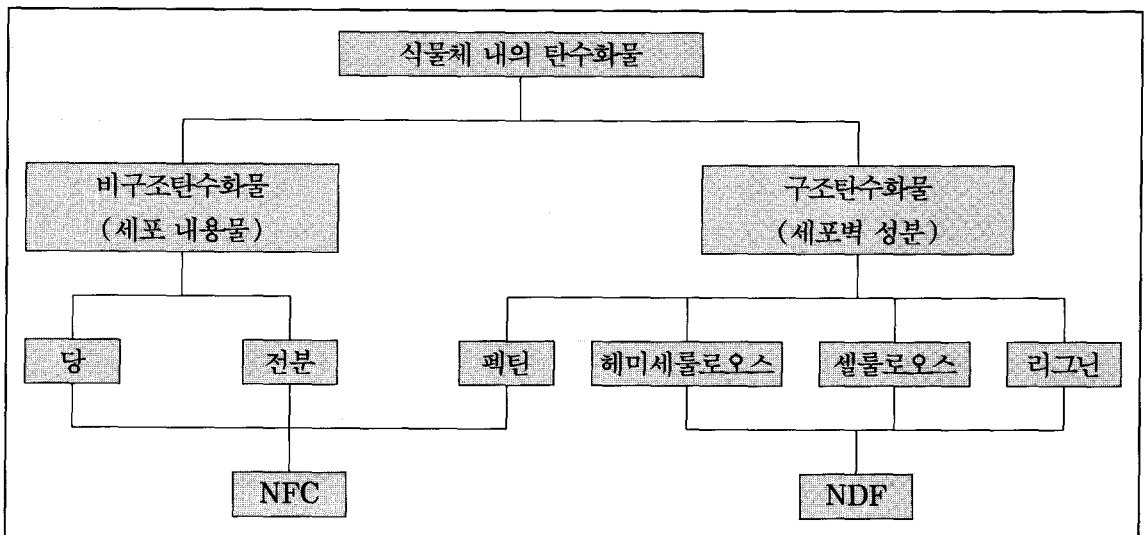
펙틴은 세포벽 구성성분이지만 산성세제불용성섬유소(ADF)와 NDF를 측정하기 위한 세제에 용해된다. 따라서 펙틴은 비구조탄수화물이 아니지만 NFC에 포함된다. 그러나 펙틴은 반추위에서 매우 빠르게 분해되므로 실제로 섬유소 소화에 있어 문제는 되지 않는다.

NFC는 1위에서 급속히 소화되며 당, 전분의 소화율은 100%에 가깝다. 한편 NDF는 천천히 소화돼 소화율은 NFC보다 낮으며, 사료의 종류에 따라 그 소화율은 크게 다르다.

탄수화물이 1위에서 분해되는 과정에서 휘발성지방산(VFA)이 생성되는데, NDF와 NFC의 균형은 유량과 유성분 그리고 젖소의 정상적인 대사작용에 커다란 영향을 미친다.

우선 탄수화물의 균형과 유량과의 관계에서는 NDF와 NFC의 비율이 중요한데, 탄수화물이 1위 내에서 미생물에 의해 분해되면 NDF로 부터는 초산, NFC로부터는 프로피온산과 낙산이 생성된다. 즉 NDF는 유지방의 원료가 되고, NFC는 유단백질과 일부 유지방의 원료가 된다. 따라서 유지율을 높이기 위해서는 NDF를 35% 이상으로 유지하며 유단백질율을 높이기 위해서는 NFC를 35% 이상으로 유지함으로써 각각의 유성분 비율을 조절할 수 있다. 이러한 균형이 깨져 NDF가 너무 높으면 유단백질율이 저하되고 NFC가 높으면 유지율이 저하된다.

〈그림 2〉 탄수화물의 구성형태



그러므로 NRC 사양표준에는 유지율 저하를 방지하기 위해서 NDF함량을 25~28% 이상 필요하다고 권장하고 있다.

탄수화물의 소화율 및 소화 속도는 당, 전분, 펙틴, 헤미셀룰로오스, 셀룰로오스의 순서이다. 한편 리그닌의 소화율은 0%이다. 또한 같은 전분이라도 소맥, 대맥, 연맥, 옥수수, 수수 순서로 소화가 빠르다. 미국에서는 NFC요구량으로서 35~45%라는 큰 폭의 권장량을 제안하고 있다. 최저로는 미생물의 생육을 유지하는 수준이며 최고로는 유지율의 저하를 예방하는 수준이다. 이러한 권장 수준은 NFC의 소화 속도에 따라 달라진다. 즉 소화 속도가 빠른 경우에는 30~40%와 같이 하향 수정한다. 대표적인 사료의 NFC함량은 <표1>에 제시되어 있다.

### 3 영양소의 균형

#### 1) 단백질, 탄수화물의 균형

1위 미생물은 단백질원으로서 암모니아를, 에너지원으로서 탄수화물을 요구한다. 최근의 연구에 의하면 미생물 단백질의 합성은 DIP량과 NFC량과의 균형에 의해 결정된다고 밝혀졌다. 또한 1위 미생물의 증식을 최대로 하려면 1위 내에서 암모니아의 생성과 탄수화물의 발효에 의한 VFA의 생성 타이밍을 맞춰주는 것이 필요하다.

일반적으로 1위 내에서 단백질의 소화는 급여후 1~2시간째에 피크가 되지만, 탄수화물의 소화는 2~4시간째에 최고조에 달한다. 따라서 단백질과 에너지를 동시에 혹은 단백질을 먼저 급여하면 암모니아가 생성돼도 에너지가 부족하여 미생물단백질이 충분히 합성되지 않고 암모니아가 1위벽에 흡수돼 낭비된다. 한편 탄수화물을 먼저 급여하면 단백질의 분해 피크와 일치하여 미생물단백질의 합성이 활발해진다. 그러나 급속히 분해되는 탄수화물을 먼저 다량으로 급여하면 1위의 산도가 급격히 상승되어 유지율이 저하되거나 산성증을 일으키기 쉽다.

#### 2) 단백질과 번식

젖소의 발정이 확실하다고 해서 반드시 수태율이 좋다고 할 수는 없다. 어떤 때는 1회 수정후 20일째가 아닌 40일 경에 재발정이 오는 경우가 있다. 이는 용해성 단백질이 너무 높은 경우라고 볼 수 있다. 이러한 경우에는 단백질의 비율을 점검하거나 조단백질 양을 낮춰본다.

한편 발정 점액이 점도가 낮고 발정 징후가 확실하지 않은 경우가 있는데, 이때는 단백질을 높여주면 정상적인 발정 증상을 나타낼 수 있다.

### 3) 단백질과 에너지

체중은 줄고 있는데 유량은 생각만큼 나오지 않는 경우도 있다. 이는 과잉된 단백질의 처리와 관련하여 에너지를 소비하는 경우이다. 이러한 경우에는 단백질을 낮춰주면 산유량이 늘어난다. 단백질을 낮춰주면 과잉으로 섭취된 단백질이 줄어들고, 이 단백질을 분해하기 위해 사용되던 에너지가 우유 생산에 쓰여지기 때문이라고 볼 수 있다.

반대로 소가 살이 찌는 경우에는 단백질을 높여주면 유량이 올라간다.

### 4) 단백질의 점검

복잡한 사료 계산을 하지 않더라도 급여하는 사료의 단백질 수준이 적정한지를 점검해 볼 수 있는 방법이 있다. 이는 급여하는 농후사료 500g 을 같은 양의 대두박으로 바꿔보는 것이다. 이것은 양쪽 모두 가스화영양소(TDN) 수준에는 큰 차이가 없지만 단백질에는 큰 차이가 있음을 이용한 것이다. 단백질을 높여 3일정도 후에 유량이 증가된다면 단백질이 부족했다는 증거이다.

### 5) 단백질 과잉과 에너지 부족

젖소의 영양상태를 판단하는데 단백질의 과잉과 에너지의 부족 증상이 비슷하다는데 유의해야 한다. 예를들면 배란 지연은 에너지 부족의 상태에서도, 단백질 과잉에서도 나타난다. 단 단백질 부족시에는 거의 배란이 되지 않는

데, 젖소는 매우 비만되기 쉬운 상태라고 볼 수 있다. 문제는 단백질과 에너지의 균형에 있다.

에너지가 부족되면 단백질에 대해 필요한 에너지가 없으므로 단백질의 과잉 징후가 보인다. 섭취 건물중 조단백질이 16%이면 TDN 72-73%, 조단백질 17%이면 TDN 75% 이상은 필요하다고 생각된다. 또한 충족율에 있어서도 조단백질 충족율이 80%이면 TDN 충족율도 80%가 맞는 것이다. 에너지의 공급이 충분하지 않을 때에는 단백질도 섭취 수준을 낮춰주는 것이 실제적으로 젖소의 영양 상태를 좋게 한다.

〈표 2〉 고능력우의 영양소 권장량

	비유 초기	비유 중기	비유 후기
건물섭취량(%/체중)	4.0이상	3.5-4.0	3.0-3.5
조단백질	17-19	16-17	14-16
SIP	30-35	35-40	35-40
DIP	60-65		
UIP	35-40		
TDN	74-78	72-75	68-71
ADF	19-21		
NDF	27-30		
조사료유래의 NDF	21-23		
지방	6-8	4-6	3-4
NFC	35-40		

\* SIP, DIP, UIP는 조단백질 중 %, 그외는 건물 중 %

〈표 3〉 NDF 섭취량(체중비 %)

## 4 최대의 건물 섭취를 위한 관리

### 1) 건물 섭취량(DMI)의 예측

건물 섭취량의 예측은 사료 설계에 있어서 가장 기본적이고도 필수적인 단계이다. 최근에는 NDF와 DMI의 관계가 밝혀지고 있는데, 젖소는 생리적인 요구에 따라 사료를 섭취하려고 하지만 거기에는 제1위의 물리적인 한계가 있다. 이 한계를 규정하고 있는 것이 NDF로서 1위는 일정량의 NDF함량을 조사하는 것이다.

또한 최근 미국에서 주장되고 있는 유효 NDF(E-NDF)는 1위에서 매트 형성 여부를 결정 짓는다. 이 매트는 1위에 떠있는 조사료 층으로서, 중요한 기능은 미생물이 숨어있거나 섭취된 사료 입자를 붙잡는 물리적인 상황을 제공하는 반추재료로 이용되는 것이다.

조사료의 경우 그 절단 길이가 2.5cm이상의 것이 20% 이상 있으면 이때의 NDF의 유효성은 100%로 본다. 그러나 15% 밖에 없는 경우는 유효성은 75% 간주된다. 농후사료와 부산물 사료의 유효 NDF는 일률적으로 12%로 계산한다. 단 12% 이하로 알고 있는 것은 그 수치를 사용한다. 전지 면실의 경우에는 반추 효과가 있으므로 분석치의 80%를 사용한다. 또한 1위 매트의 형성을 위하여 NDF의 75%는 조사료로부터 공급되어야 한다.

분만후 경과일수	산 자 수		
	1	2	3
0-30일	0.85	0.95	1.05
30-60일	0.90	1.0	1.1
60일 이상	1.0	1.1	1.2

NDF를 많이 섭취할 수 있게 하기 위해서는, 이것을 충분히 섭취할 수 있는 1위의 용적이 있어야 한다. 여기에서 유의해야 할 사항은 우군의 골격 크기, 바디컨디션 상태를 참작하여 이 수치를 사용해야 한다. 특히 초산우에 있어서는 육성우 때 관리가 불충분하여 체격이 작은 경우에는 체중의 1.0%도 먹을 수 없다. 그때는 0.8-0.85% 수치를 사용하게 된다.

### 2) 사료 급여방법에 따라 섭취량이 달라진다.

축주가 소와 더불어 하루를 지내는 것과 그렇지 않은 경우는 어떤 차이가 있을까? 아무리 영양소 균형이 잘 짜여진 사료라 하더라도 기대한 만큼 먹어주지 않는다면 최대의 건물 섭취는 이루어질 수 없다. 혼합사료나 조사료의 경우 사조에 있는 사료를 뒤집어주거나 소쪽으로 밀어주는 것만으로도 건물 섭취량에 큰 차이가 생긴다.

요즘에는 자동급이기를 많이 이용하는데 급이기의 정상적인 작동 여부를 수시로 점검해야 하고, 개체별 사료 섭취량을 컴퓨터 모니터가



아닌 육안으로 확인할 필요가 있다. 젖소의 사료 급여는 지극한 관심이라고 할 수 있다.

사료 급여에는 방법이 중요하다.

- 매일 같은 시간대에 같은 순서로 신선한 사료를 급여하고 있는가?
- 조사료를 농후사료 전에 급여하고 있는가?
- 에너지 사료를 단백질 사료 전이나 동시에 급여하고 있는가?
- 사조는 매일 깨끗이 청소하는가?
- 비유초기의 젖소에게는 최상급의 조사료를 급여하고 있는가?
- 농후사료의 급여량은 1회에 3~4kg 이하로 제한하고 있는가?
- 급여 회수는 몇회인가?
- 조사료 성분분석을 정기적으로 실시하는가?

### 3) 편안한 환경의 조성

젖소가 먹고 싶을 때 편안한 분위기에서 기분 좋게 충분히 섭취할 수 있는 환경을 만들어 주는 것이 중요하다.

- 신선한 공기 : 아무리 좋은 사료가 눈앞에 있어도 공기가 오염돼 있으면 식욕을 떨어뜨린다. 식욕을 자극하기 위해서는 “신선한 공기”가 결정적으로 중요하다.
- 깨끗한 물 : 많은 량의 채식은 자유스러운 음수에 의해 보장된다. 우유 1kg당 4리터 정도의 음수량이 요구되며, 물은 사

조로부터 15m 이내에 둔다.

- 섭취 자극 : 이러한 자극에는 사료를 급여하고 나서, 흠어진 사료를 밀어주는 것이나, 다른 첨가물을 뿌려주는 것 등이 있다. 소의 입장에서 보면 신선한 사료를 여러번 주는 것이 가장 좋겠지만, 섭취 도중에 흠어진 사료를 모아만 주어도 자극이 된다.
- 소를 부드럽게 대한다. 육성우 때부터 사람이 무서운 존재가 아님을 교육시킨다. 온순한 성질로 느긋하게 사료를 섭취할 수 있는 것은 어려서 부터 길들이기에 달렸다.
- 항상 사료를 먹을 수 있도록 준비 : 착유 직후 등 섭취 타이밍을 놓치면 건물부족이 나타날 수 있다.
- 느긋하게 방해 받지않고 섭취할 수 있는 환경 : 초산우와 경산우를 1군으로 사육하는 경우 경산우가 섭취하고 있으면 초산우는 3~4m 이내에 접근하지 않고 채식하지 못하는 경우도 있다. 초산우의 군분리가 필요하고, 충분한 섭취공간이 필요하다.

## 6 젖소의 관찰

사료의 급여가 적당인가의 여부는 소를 통해서 알 수 있다.

- 바디커디션 : 바디커디션의 심한 변화는 에너지 섭취량과 영양소의 불균형에 원인이 있다. 이 경우 유량, 유성분, 번식 성적도 영향을 받는다.
- 비유곡선 : 사료의 영양소 균형이 나쁘면 피크가 낮고, 피크의 지속성도 짧다. NFC의 함량이 높으면 피크는 빨리 오지만 지속성이 나쁘다. 한편 NDF 함량이 지나치게 높으면 피크가 늦어진다.
- 유성분 : 유지율의 저하는 영양소의 불균형(NDF 부족, NFC 과잉), 혹은 바디커디션의 급격한 변화 때문이다. 유단백질의 저하는 에너지 부족, 특히 NFC가 부족한 경우에 나타난다.
- 분변 상태 : 우분의 상태가 너무 굳은 경우는 NDF가 과잉 되거나, DIP가 부족

한 것이다. 지나치게 연변이거나 곡류가 보일 때에는 NFC가 과잉, 또는 NDF 부족이 원인이다.

- 짧은 저작시간 : NDF 부족, 또는 조사료의 절단 길이가 너무 짧은 경우이다.
- 만복감 부족 : 건물 섭취량, NDF 부족
- 발굽 질병의 다발 : NDF 부족, NFC 과잉, DIP 과잉
- 분만후 유방 상태 : 유방이 충분히 불지 않는 것은 단백질의 부족이고, 유방의 응어리가 쉽게 풀리지 않는 것은 단백질의 과잉이나 에너지의 부족이 원인이다.

위와같은 이상이 발견된 경우에는 영양소 함량을 점검하여 문제를 해결해야 한다. 이와같은 젖소의 세심한 관찰을 통하여 지속적인 산유능력의 향상을 기대할 수 있다.

