대한수의사회지 제25권 제2호
J. Korean Vet. Med. Assoc.
Vol. 25, No. 2, February, 1989

분만전후의 젖소 사양관리(3)

하 종 규*

Ⅳ. 비유초기 사양

1. 비유곡선

젖소는 분만후 시간이 지남에 따라 영양소요구량, 산유량 등이 변화되므로 이러한 여러가지 변화를 고려하여 1년을 크게 4단계로 구분할 수 있다. 다시 말하면 각 단계에 있는 젖소는 영양소 요구량이 각기 다르므로 구분하여 사료의 급여수준이나 종류를 달리해 주어야 한다.

그림 10은 분만후 각 기간별 젖소의 사료섭취량, 산유량, 체중의 변화를 나타내고 있다. 우선 산유량은 분만후 급격히 증가되어 약 6～8주에 최고에 도달된다. 이러한 산유량은 최고치를 정점으로 점차 감소하다. 건유기에 완전 건유가 된다. 한편 사료의 섭취량은 분만후 약 14～5주 지나야 최고에 달하게 된다.

따라서 비유초기는 산유량이 증가하는 것을 사료섭취량이 따라잡지 못한다. 이 시기는 섭취하는 영양소의 양이 우유로 분비되는 영양소에 미치지 못하고 이 부족분은 따라서 체내에 축적된 부분이 분해 이용된다고 볼 수 있다. 흔히 비유초기에 있는 젖소는 체중감소가 일어나고 체중감소의 정도는 산유량이 높은 소 일수록 더 심하다. 이 기간동안 체중이 과도하게 감소하면 번식에 지장을 가져 온다. 무리가 가지 않을 정도의 체중 감소는 1일 약 0.5～0.6kg이고 총 감소량은 약 35～40kg 정도이다.

2. 영양소 감소

1) 에너지

비유초기는 산유량 증가에 필요한 에너지의 공급이 잘 일어나야 과도한 체중감소로 인한 번식장애나 케토시스 발생을 예방할 수 있다. 따라서 비유초기 사양의 목표는 농후사료의 섭취량을 최단시일내에 소화작용에 무리를 주지않고 증가시키는 것이다.

조사료를 위주로 젖소를 사양할 경우 연간 4500kg정도의 우유를 생산할 수 있으나 충분한 에너지를 공급할 경우에 젖소는 이것의 3배 정도를 더 생산할 수 있는 유전능력을 지니고 있다. 따라서 조사료보다는 에너지원으로 농후사료를 많이 급여하여 가능한 한 우유생산량을 높이려는 방향으로 젖소를 사양하는 경향이 높아지고 있다. 젖소의 건강이나 생산능력은 섭취된 사료가 반추위내에서 미생물에 의해 발효되는 속도와 정도 그리고 부산물들의 이동이나 배설과의 균형이 얼마나 잘 이루어 지느냐에 따라 좌우된다.

에너지공급을 증대할 목적으로 농후사료를 다량 급여하면 이와 같은 미생물의 균형 혹은 미생물에 의한 발효와 그 생산물의 흡수 혹은 배설간에 불균형이 생기게 된다. 반추위내 미생물에 의한 사료의 발효는 어떤 한가지 요인에 의해서 제한되기보다는 동물자체의 흡수, 분비기능,

*서울대학교 농과대학 축산학과

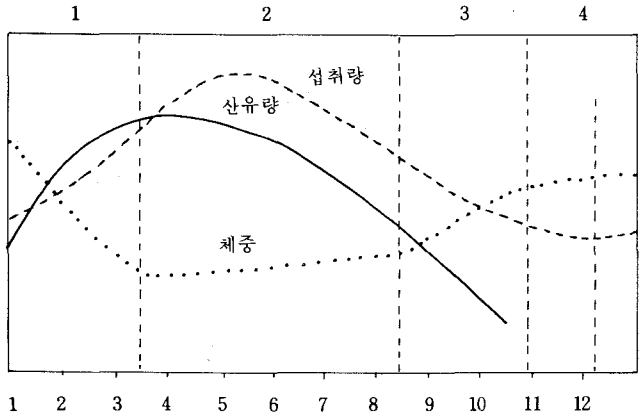

그림 10. 분만후 월별 섭취량, 산유량, 체중의 변화.

세포를 통한 확산, 타액분비, 저작 및 반추, 소화 내용물의 통과속도, 트림 등에 의해서 영향을 받고 그리고 사료의 영양소함량, 분해도, 입자도, 완충능력, 사료급여 횟수 및 미생물 자체의 여러 가지 상호작용 등에 의해서도 영향을 받게 된다. 이러한 여러가지 요인들은 서로 밀접하게 연관되어 있기 때문에 어떤 한가지 요인에 변화가 있으면 결과적으로 동물자체의 생산능력에 영향을 미치게 된다. 따라서 사료의 변화 등은 결과적으로 반추위내 미생물의 변화를 초래하게 되는데 발효되기 쉬운 전분질 사료를 일시에 다량으로 급여하게 될 경우 반추위내에서는 유리 포도당이 축적하게 되고 따라서 Streptococcus의 빠른 증식이 이루어지면서 반추위내 pH는 낮아지게 되어 결과적으로 Lactobacilli의 증식과 함께 생성된 산이 체내로 다량 흡수되어 산·염기 균형에 영향을 주게 된다. 이와 같이 다량의 산이 생성되어 체내에 흡수되고 이러한 정도가 동물체내의 중화능력을 초과하면 lactic acidosis가 유발된다.

젖소의 경우 산 중독중에 걸리게 되면 반추작용의 저하로 소화율이 낮아지고 소화장애를 일으켜 사료섭취가 감소하거나 중단되어 산유량이 감소하게되며 반추위내 저급 휘발성 지방산의 생산조성에 영향을 주어 유지방 함량이 저하되게 된다. 그러므로 갑자기 농후사료를 증가시키면 농후사료 다량급여로 인한 문제점들이 발생하는데 이때의 반추위내 발효 및 생리적현상을 살펴보면 다음과 같다.

①농후사료 다량급여로 인한 침 분비의 저하

반추동물의 침에는 다량의 중화물질이 포함되어 있어서 대개의 경우 반추위액의 pH는 6.5~7.0로서 중성에 가깝다. 그러나 조사료 대신 다량의 농후사료를 급여하면 반추동물이 사료를 섭취하는 시간이나 반추에 소비하는 시간이 짧아져 침의 분비량이 감소되는데 이로 말미암아 반추위내의 중화능력(Buffering capacity)이 저하된다. 반추위내에서 산을 중화하는 물질에는 침(HCO_3^-, HPO_4^{-2}), VFA 저급 휘발성 지방산), 사료(단백질, 광물질, 세포벽물질), 그리고 Buffer제가 있다.

②농후사료 다량급여에 의한 산의 생성량과 조성의 변화

적당한 양의 농후사료를 조사료와 함께 급여하면 총 FA생성량이 일반적으로 증가되나 다량을 일시에 급여하면 VFA의 양이 줄고 대신 조사료 급여시 생성되지 않던 lactic acid가 생성된다. lactic acid는 표 5에서 보는 바와 같이 PK치가 다른 VFA에 비해 낮기 때문에 반추위액의 pH를 더욱 저하 시킨다.

Lactic acid는 조사료를 급여했을 때도 생성이 되나 그 양도 적고 또 미생물에 의해 이용

표 5. VFA 및 Lactic Acid의 Pka치

산의 종류	pk
Acetic	4.8
Propionic	4.9
Butyric	4.8
Lactic	3.9

되므로 반추위내에 축적이 되지 않는다. 그러나 농후사료 급여시는 생성량도 많을 뿐 아니라 반추위내 pH가 낮아지면 lactic acid를 이용할 수 있는 미생물이 사멸되기 때문에 lactic acid의 축적량은 더욱 많아진다.

그림 11는 *in vitro*로 반추위액에 pH의 변화가 lactic acid와 총 VFA 생산에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 반추위액의 pH가 중성에서 5로 내려가면 lactic acid가 급격히 증가되고 반대로 총 VFA의 생성량은 감소하였다. 이는 사료의 종류를 동일하게 하고 위내 pH만 별도로 변화시켜도 반추위내 발효대사 과정이 변화됨을 보여주고 있다.

이와 같은 경향은 *in vivo* 실험에서도 볼 수 있는데 표 6에서 보는 바와 같이 면양에게 조사료를 급여하다 농후사료로 바꾸면 2~3일 후에 반추위내 lactic acid의 양이 급격히 증가되고 동시에 VFA농도는 크게 저하된다. 반추위내 pH는 조사료 급여시 중성(6.9)에 가까웠으나 농후사료를 급여했을 때는 pH가 최하 5까지 저하되었다. *in vitro* 실험에서와 마찬가지로 pH가 가장 낮은 때(pH 5) 반추위내 lactic acid의 농도가 가장 높았고 또 VFA의 농도가 가장 낮았다. 이와같이 농후사료를 다량급여하여 반추위내 pH가 저하되면 VFA의 총 생성량뿐 아니라 VFA조성도 변화되는데 같은 표 6에서 보는 바와 같이 C_2는 감소되고 C_3와 C_4는 증가되어 결국 C_2와 C_3의 비율이 저하된다. 이와같은 VFA조성의 변화로 유우의 경우 사료에너지가 유지방합성 보다는 체지방합성 쪽으로 사용되기 때문에 유지방함량을 저하시키는 결과를 초래한다.

③ 반추위내 미생물의 변화

조사료에서 농후사료를 변화될때 일어나는가

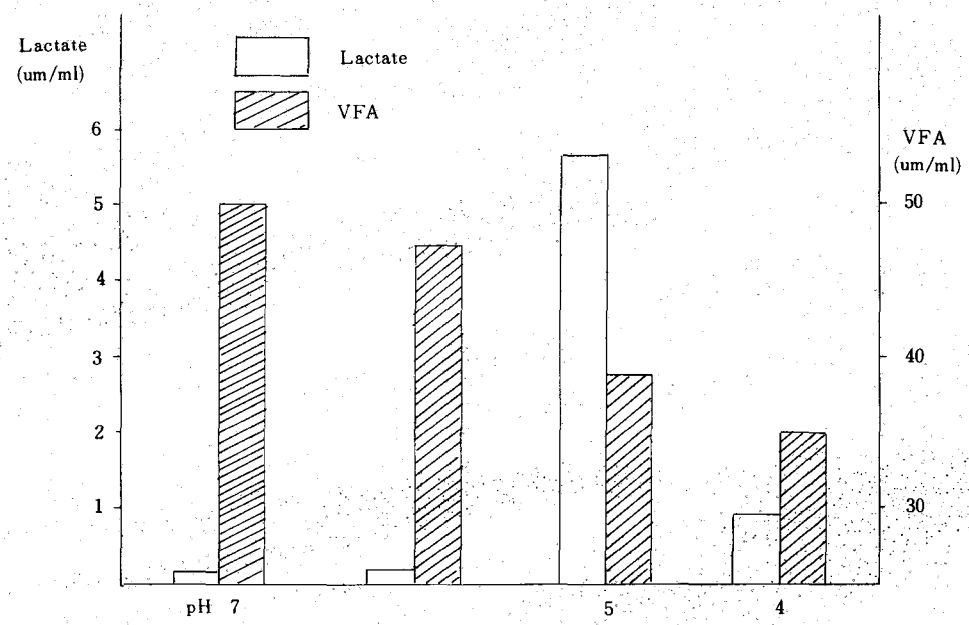

그림 11. 반추위액의 pH가 lactate, VFA 생산에 미치는 영향.

표 6. 농후 사료의 급여가 반추위내 발효에 미치는 영향

항 목	조사료 급여	시료 채취시기(농후사료 급여후, 일)			
		1	2	3	20
PH	6.94	6.67	5.36	5.06	5.75
Lactate (μg / ml)	3	7	3584	6006	10
Total VFA (μmole / ml)	20	45	33	28	78
C_2, %	76	64	50	54	48
C_3, %	16	26	41	29	25
C_4, %	6	8	9	18	21
C_2 / C_3	4.9	2.5	1.3	2.3	2.4

Source : Ha, 1981

장 대표적인 미생물의 변화는 조섬유분해 박테리아가 줄고 대신 전분분해 박테리아 숫자가 증가되는 점이다. 또 조사료를 섭취하는 동물의 반추위내 박테리아는 주로 gram⁻인데 반해 농후사료를 급여하면 gram⁺가 증가된다. gram⁺ 박테리아인 Streptococcus, Lactobacillus, Bactericdes 등이 빠르게 증식되면서 반추위내 미생물 균형이 깨어지게 된다. 농후사료 급여후 대개 Streptococcus가 일시적으로 증가되나 후에는 Lactobacillus로 대체가 되는것도 한 특징이다. 이러한 반추위내 미생물의 불균형은 반추위내 발효형태에 영향을 주어 VFA생성량과 비율이 달라지게 되며 lactic acid의 생성이 높아지게 된다.

농후사료를 다량 급여하면 박테리아의 조성이 변화될 뿐 아니라 박테리아의 절대 숫자가 증가되고 동시에 프로토조아의 숫자는 저하된다. 프로토조아는 반추위내에 pH, 삼투압, 사료의 변화 등에 박테리아보다 더 민감해서 농후 사료를 다량 급여하면 거의 사멸되는 경우가 허다하다.

④기타 반추위 내용물의 변화

지금까지 언급된 발효 최종산물 이외에 고농후사료를 급여하면 포도당, formic acid, succinic acid나 histamine, tyramine, tryptamine과 같은 amine류가 축적된다는 보고가 있으나 이들이 생리적 작용에 미치는 영향은 확실치 않다. 또한 위내 산도가 높아지면 많은 양의 gram⁻박테리아가 죽어 소장에서 endotoxin을 유출하기 때문에 산중독증은 동물의 체내에 흡수된 lactic acid나 VFA에 의한 산·염기의 불균형에서 오는 것이 아니라 gram⁻박테리아로 부터 오는 endotoxin으로 말미암아 endotoxin shock을 받아 일어난다는 설도 있다.

산중독증에 걸린 동물의 반추위 내용물은 수분함량이 증가하는데 이것은 발효산물의 농도가 높아 고장성을 띠게 됨으로써 체내의 수분이 위내로 진입하기 때문이다. 기타 반추위 수축의 저하, 반추위벽의 손상, 간농양 등이 고농도투

표 7. 농후사료 급여가 혈액과 뇨에 미치는 영향

항 목	조사료 급여	시료 채취시기(농후사료 급여후, 일)			
		1	2	3	20
Blood PCV	40	38	36	35	34
Lactate, μg / ml	411	299	379	557	129
Urine PH	8.83	8.78	7.08	6.15	5.71
Lactate	93	92	791	4496	56

Source : Ha, 1981

사료 급여로 많이 발생한다는 것은 잘 알려진 사실이다.

⑤생리적 변화

급성 산중독증에 걸린 반추동물은 다량의 산을 배설해야 하기 때문에 뇨 배설량이 증가되고 심한 설사로 인해 다량의 체수분을 잃게 되어 대게 hematocrit치가 증가된다. 그러나 표 7에서 보는 것과 같이 중독증세가 심하지 않은 경우는 대게 hermatocrit치가 감소되는데 이는 신장의 수분절약작용에 .의한 것으로 알려지고 있다.

반추위에서 발생되는 lactic acid는 L-form과 D-form 두가지가 있는데 이 중 L-form은은 체내에서 이용되나 D-form은 이용되지 않으므로 체내에 흡수되어 더욱 큰 문제점을 야기시킨다. 혈액내 lactic acid의 form중 D-form이 더 많이 축적된다는 보고도 있으나 대개 2가지 형태의 lactic acid의 농도가 농후사료의 급여로 높아진다. hematocrit치와 마찬가지로 급성중독이 아닌 경우는 표 7에서 보는바와 같이 혈중 lactate함량이 높지 않는데 이는 lactate를 섭취하는 동물의 뇨와 분은 중성 혹은 알칼리성이나 농후사료를 섭취시키면 뇨와 분의 pH가 산성으로 변한다. 표 8은 반추위내 각 반응에 요구되는 적정 pH범위를 살펴 보았다.

신장에서 H^+이온은 주로 암모니아와 결합된 형태로 배설되며 이에 필요한 암모니아는 주로

표 8. 반추위내 각 반응에 요구되는 적정 pH범위

효소반응	적정 pH 범위
Cellulose 소화	6.0~6.8
VFA 생성	6.2~6.6
단백질 합성	6.3~7.4
단백질 분해	6.5~7.0
urea 분해	7~9
Lactate 발효	5.9~6.2
암모니아 생산	6.2 이상
암모니아 이용	5.7~6.2

glutamate dehydrogenase에 의해 glutamine이나 glutamate에서 온다.

지금까지 농후사료 다량 급여로 인한 문제점들을 살펴 보았는데 젖소에 있어서 분만후 농후사료의 증가는 중요한 위치를 차지하고 있다. 농후사료의 급여에 있어서 농후사료가 전체 급여사료의 55~60%를 넘지 않는 범위에서 1일 약 0.5kg씩이 증가시키는 것이 적당하다. 따라서 체중 약 600kg의 젖소이면 농후사료 급여량은 14kg이 되겠다.

앞에서 언급한 바와 같이 비유초기는 건물의 섭취량이 제한되어 있으므로 에너지의 섭취량이 산유량을 좌우하게 된다. 에너지의 섭취량을 높이는 길은 사료내 에너지의 농도를 높이는 일이며 이는 ①곡류의 비율을 늘려 사료내 전분의 함량을 높이거나 ②아니면 지방을 첨가하는 방법이 있다.