

# 조사료에 관한 실용적 지식



최 선 준

(주)우산산업, 우산낙농연구소 대표

(지난호에 이어)

가) 조사료의 열량 공급력의 표시 방법.

## ① 가소화양분 총량(TDN : Total Digestible Nutrient)

사료성분 중의 유기성분(조단백질, 조지방, 가용 무질소물, 조섬유)의 소화율을 측정하여 소화될 수 있는 양을 산출한 총량을 말한다.(그러나 조지방은 체내에서 열량의 공급효과가 다른 영양소(단백질, 탄수화물)의 2.25배에 상당하여 이 계수를 곱하여 지방열량의 효과를 증가시키는 방법이다.)

TDN은 오래 전부터 사용되고 있으나 사료성분이 소화 이용되는 과정에서 소실되는 열량이 고려되지 않았고, 특히 조사료의 경우는 과대하게 평가되는 결점이 있다는 것이다.

일본에서는 1994년부터 이런 결점을 감안하여 대사 에너지(ME)를 사용하며 TDN도 병기(併記)하고 있다.

## ② 가소화 열량(DE : Digestible Energy)

소들이 사료를 섭취하고 열량을 이용할 때 다음과 같은 4가지의 열량이 손실되는 것으로 풀이하고 있다.

- ㄱ. 분 중에 배설되는 소화되지 않은 사료의 열량. (분 중의 열량)
- ㄴ. 뇨 중에 배설되는 대사성 노폐물 열량. (뇨 중의 열량)
- ㄷ. 반추위를 비롯한 소화관내의 발효에 따른 가연소 열량. (메탄 열량)
- ㄹ. 체내에서 영양소가 흡수되는 과정에서 이용되는 열량. (열량 증가를 위한 열량)

가소화 열량(DE)은 이 4가지 중에서 분 중의 열량만을 제외한 것으로 소들에 의하여 소화된 부분의 열량을 나타내는 방식이고 열량의 단위는 칼로리로 표시한다.

## ③ 대사 열량(ME : Metabolism Energy)

대사 열량의 측정은 실제적으로는 가소화 양분 총량(TDN)과 같은 방식으로 소화 후의 이용과정의 열량손실은 고려하지 않는 방식이다.

가소화 열량(DE)중 소화하는 과정에서 손실되는 가연성가스(메탄)과 뇨 중의 유기성분의 열량을 제외한 "소들이 유효하게 이용할 수 있는 열량"을 가소화 열량(DE)보다 세밀하게 계산하는 측정 방식이다.

대사 에너지(ME)를 측정하기 위하여는 소들이 사료를 채식한 후 뇨 중에 배설하는 열량과 가스

형태로 체외에 배출하는 메탄가스의 양을 측정해야 한다. 뇨 중에 배설되는 유기물은 주로 질소 성분이고 체내에서 단백질 대사과정에서 생기는 성분이다.

따라서 단백질의 이용효율이 나쁜 사료는 뇨 중에 열량성분이 많아진다. 일반적으로 섭취하는 총 열량의 2~4% 정도는 뇨 중의 열량을 생성한다고 풀이한다.

메탄가스는 반추위 내에서 섬유성분 등의 탄수화물이 혐기성 발효를 하는 과정에서 생기는 것으로 “총 에너지의 8%정도가 손실되는 것으로 풀이하고 있다.”

한편 반추동물의 호흡에 의한 메탄가스 발생이 사료영양가 이용의 저하 요인이 될 뿐 아니라 지구 온난화 현상을 일으키는 요인의 하나로 보고 그 억제방법을 연구하는 정도로 가스발생율의 문제가 논의되고 있다.

#### ④ 정미 열량(NE : Net Energy)

소들이 사료를 채식하면 소화관내와 체내에서 이를 소화 이용하는 일이 발생한다. 예를 들면 사료를 먹고, 반추위로 넘기고, 소화액을 분비하여 반추하여 위내로 보내며, 소화된 것은 흡수하고, 흡수한 것은 체내의 모든 조직으로 운반한다.

정미 에너지(NE)는 이와 같은 대사를 위한 열량을 제외한 열량을 말한다. 즉 소화 이용과정의 손실되는 열량 모두를 제외한 정미의 열량을 지칭한다. “따라서 열량의 평가방법 중에서 가장 이론적이고 정확한 그리고 바람직한 표시법이라 할 수 있는 것이다.”

그러나 모든 사료원료를 그때 그때(수시로) 분석 이용할 수는 없는 일이다. 다양한 분석의 정보량을 충분히 축적한 미국 등 선진국에서는 1971년부터 사양표준에서 정미 에너지(NE) 방식이 채용되고 있는 실정이고 일본에서는 대사에너지(ME)에 정미 에너지(NE)를 가미하여 정미에너지 방식에 접근한 방식을 택하고 있다.

#### 나) 조사료의 단백질 공급력 표시 방법

##### ① 조단백질(CP : Crude Protein)과 가소화

##### 조단백질(DCP : Digestible Crude Protein)

조단백질은 사료의 일반성분(6성분)의 하나로 질소화합물의 총계를 나타내는 것이다. 그리고 조단백질의 함량은 조사료의 품질평가기준에 유효하게 사용되는 것이다.

사료성분이 소에게 이용되는 최초의 단계는 소화되는 것이므로 소화율을 고려한 가소화 단백질(DCP)이 오랫동안 실질적인 단백질 공급력을 평가하는 방법으로 사용되어 왔다.

“그러나 반추동물의 경우는 사료전체의 조단백질 함량에 의한 소화율의 변동이 크므로 양분가의 표시는 도리어 조단백질(CP)을 직접 사용하는 것이 합리적이라는 판단에서 근년에는 DCP 함량보다 CP함량을 사용하게 되었다.”

조사료의 품질평가에는 CP 함량을 그대로 사용할 수 있지만 “사일리지나 건초의 경우는 조제 및 저장과정에서 발열하면 단백질이 변성되어 소화성이 극도로 제한된다.” 따라서 저장 조사료 특히 사일리지는 발열의 정도를 확인하는 것이 품질평가에 중요하다. (80℃ 이상의 고열에서는 그 손실이 15%에 달하기 때문이다.)

##### ② 제1위내 비분해성 단백질(UIP : Undegradable Intake Protein)과 분해성 단백질(DIP).

사료 단백질 중에는 제1위에 흡수된 후 분해되는 구분과 분해되지 않는 구분이 있다.

분해된 구분(분해성 단백질)은 암모니아 상태의 미생물체의 단백질로 변한다. 이 미생물체의 단백질은 다시 제4위 이하의 하부소화관에서 소화되어 소에 이용된다. 분해되지 않는 구분(비분해성 단백질)은 그대로 반추위를 통과하여 하부의 소화기관에서 이용된다.

젖소사료에서 사료단백질의 이 두 가지 구분이 어떤 의미가 있는가를 생각할 때 하나는 사료단백질 이용효율의 문제이다.

젖소는 분해성 단백질을 많이 섭취하면 제1위내에서 단백질 분해가 급속도로 진행하여 암모니아가 많이 생긴다.

미생물은 이 암모니아를 이용하여 미생물체의 단백질을 합성하지만 암모니아가 갑자기 많아지면 미생물들은 그것을 모두 처리하지 못하고 과잉된 암모니아가 제1위에 축적되고 위벽에서도 암모니아를 흡수하는 작용이 일어나게 된다.

이때 위벽에서 흡수하는 암모니아는 간장에서 요소로 변환되어 최종적으로는 뇨 중에 배설된다. 따라서 사료에서 섭취한 과잉 단백질(DIP)은 버려지는 결과가 된다. 또 하나는 젖소의 단백질 요구량의 충족을 문제이다. 고능력우일수록 다량의 단백질을 필요로 한다.

예를 들면 40kg/일 생산의 젖소는 단백질을 CP로 3.5kg을 섭취해야 되는데 만약 3.5kg의 CP가 모두 분해성 단백질이라면 미생물은 3.5kg의 CP에서 만들어지는 암모니아를 모두 미생물태의 단백질로 합성하지 않으면 안되게 된다.

그러나 미생물이 최대의 능력으로 작용해도 그 합성은 불가하다는 것이다.

“따라서 필요한 단백질의 일부는 반드시 제1위에서 분해되지 않고 하부소화관(4위와 소장)에서 이용되는 단백질 즉 비분해성 단백질(UIP : Bypass Protein)을 보충하여 단백질 요구량을 충족시켜야 한다.”

산유량이 많은(35kg/일) 젖소사료의 단백질 평가를 위해 영국(ARC)과 미국(NRC)의 사양표준에는 분해성 구분과 비분해성 구분이 설정되어 있다. 이것은 사료중의 전체단백질에 대한 비분해성 단백질의 비율로써 “단백질의 비분해율” %로 표시한다.

이상은 조사료 단백질의 구분을 분해성과 비분해성의 구분을 고찰한 것이다. 조사료의 특징과 성질을 나타내는 지표로써 조사료의 품질이 좋고 나쁨을 나타내는 것은 아니다. 다만 사료구성의 합리적 설계에 참고할 수 있는 요소인 것이다.

각종 조사료의 비분해성 단백질의 비율(1994년)

조사료	비 분해율(%)
옥수수 사일리지(알곡 포함)	27~31
알팔파(건초)	18~28
알팔파(사일리지)	14~23
알팔파(규브)	22~30
이탈리안 라이그라스(건초)	31~45
이탈리안 라이그라스(사일리지)	22
티모시(건초)	27
티모시(사일리지)	21
버뮤다 그라스(건초)	34
수단그라스(건초)	31

#### 4) 사료 품질의 상대성 가치

(RFV : Relative Feed Value)(1999. 낙농연 : 56)

조사료의 품질과 급여효과를 포함하여 간단히 비교할 수 있는 척도(尺度)로써 미국에서는 “상대성 사료가치(RFV)”를 실용적 수치로 사용하게 되었다.

RFV는 조사료의 가치를 건물섭취량(DMI)과 가소화 건물함량(DDM : Digestive Dry Matter) 두 가지를 곱한 수치로 나타내는 방식이다.

$$RFV = (DDM \times DMI) / 1.29 \dots\dots\dots (1)$$

DDM과 DMI는 각각 조사료의 NDF와 ADF 함유율과 밀접한 관계가 있기 때문에 그 관계를 이용해 다음의 (2)식과 (3)식을 추계(推計)한 수치를 이용한다.

$$DMI = 120 / NDF \dots\dots\dots (2)$$

$$DDM = 88.9 - ADF \times 0.779 \dots\dots\dots (3)$$

(1)식의 1.29로 나누는 것은 그 평가법이 NDF : 53%, ADF : 41%의 알팔파 건초를 기준으로 하고 있어 위의 (2)식과 (3)식의 관계에서 RFV의 기준치를 RFV = 100이 되도록 설정하고 있기 때문이다. 알팔파 건초의 경우 NDF와 ADF 함량의 차이에 따라 RFV를 산출하면 <표>와 같은 수치가 된다.

미국의 조사료 유통에서는 RFV : 151이상은 특급, 125~151은 1급, 10~125은 2급, 87~103은 3급, 75~87은 4급, 75이하는 5급으로 구분하고 있다. 한편 RFV 1점의 가격차는 작황과

**(표) 알팔파 건초의 NDF, ADF 함량과 RFV**

NDF 함량 (%)	ADF 함량 (%)	RFV
53	41	100 *RFV기준치
35	25	185
40	30	152
45	35	127
50	40	107
55	45	91
58	48	83

공급시기 및 등급에 따라 0.5~1\$(US)까지 유통 가격의 차이를 나타내고 있다.

이상은 건초가 소에게 얼마나 유효한 양분을 공급할 수 있는가의 품질평가를 위한 수치로 표시하는 방식으로 주로 열량과 단백질의 공급력을 중심으로 산출한 것이다.

조사료의 품질, 영양가를 표시하는 방법은 그 나라의 전통과 과학기술의 발달 그리고 여건에 따라 다양하게 존재하고 있다. 우리나라도 신뢰할 수 있는 나름대로 조사료의 평가기준이 설정되기를 기대한다.

**5) 조사료의 소화성은 세포구조에 달렸다.**

조사료의 품질은 생산효과까지 포함하여 종합적으로 판단할 수는 없지만 급여과정에서 조사료성분이 잘 소화되고 있는가에 따른 판단기준을 정할 수가 있다.

젖소 등 반추동물은 채식한 사료를 제1위에서 발효시키며 제1위내의 미생물에 의해 분해작용이 진행되는 것이 제일의 작용이다.

이 작용에 섬유성분을 주로 공급하는 조사료는 특히 중요한 것이다. 따라서 조사료성분이 제1위내에서 어떻게 분해작용을 진행시키는가를 검토해 본다.

**가. 세포벽의 구조**

조사료라는 식물조직은 많은 세포가 모여서 이루어지고 있다. (동물과 같이)식물체의 세포는 1차 세포벽과 2차 세포벽에 의하여 쌓여 있고 1차

세포벽은 식물의 생육초기에 형성된 비교적 부드러운 것이고 그 내부에 있는 2차 세포벽은 3층으로 된 두터운 벽으로 식물이 자라는 과정에서 형성된다.

조사료가 되는 식물의 조직을 살펴보면 그 특징이 세포벽을 구성하는 주요화합성분이 탄수화물이라는 점이다. (동물은 단백질과 지방질인데 반해서) 1차 세포벽과 2차 세포벽은 섬유성분(셀룰로오스, 헤미셀룰로오스)을 단단하게 둘러싼 리그닌으로 구성되어 있다.

리그닌은 소화 흡수가 안되는 것인데도 식물이 자랄수록 많아지며 섬유구분도 증가하기 때문에 조사료 전체의 소화가 저하된다.

**나. 세포벽 분해의 과정**

세포벽 성분의 제1위내에서의 분해는 미생물의 효소작용에 의한 것이므로 가장 먼저 미생물이 세포벽 표면에 붙음으로 시작한다. 셀룰로오스 분해 미생물은 벽에 붙은 를 침식하여 점차로 세포벽을 파괴한다.

리그닌의 단단한 피복으로부터 떨어져 나오는 것이 세포벽 성분의 소화분해 과정에서 중요한 것이다. 목초의 경우, 성장할수록 소화성이 낮아지는 것은 세포벽에 리그닌의 분포량이 많아지기 때문이다.

건초로 만들건 사일리지로 만들건 원료초의 예취(수확)시기가 늦으면 세포벽의 리그닌이 많아져서 제1위내의 소화분해가 지체된다. 그러나 한편으로는 소화가 지체되어 물리적 기능을 발휘하는 역할을 하는 경우도 있다.

따라서 “고품질 조사료의 조건은 물리적기능을 충족시키면서 세포벽 성분이 제1위에서 서서히 적절하게 분해되어 최종적으로는 충분한 양분을 공급할 수 있어야 한다.”

(필자연락처 : 0451-632-3818)

(다음호에 계속)