

볏짚의 영양적 가치

김 동 식
건국대학교 축산대학
사료영양학과 강사
농학박사

1. 반추동물의 소화기관

반추동물에 급여하는 각종 사료의 이용성을 높이기 위해서는 소화기 구조와 그 기능을 이해하는 것이 중요하다. 반추동물은 일반적으로 돼지와 같은 단위 동물과는 달리 고도로 분화된 4개의 위가 존재하며 이 중에서도 특히 제1위(반추위, rumen)는 되새김(반추)이라는 독특한 생리반응을 지닐 뿐 아니라 수십억 내지 수백억의 각종 미생물이 서식하기에 적당한 환경을 제공해 주므로써 이들 미생물의 작용에 의하여 대다수의 사료자원을 효과적으로 이용할 수 있으며 특히 다른 동물과의 사료 경합도가 극히 낮은 볏짚등의 섬유소원을 반추동물의 주요 에너지원으로 전환시켜 주어 체유지 및 생산활동에 이용할 수 있도록 해 준다.

2. 영양적 가치

주곡농업에 대한 의존도가 높은 우리나라에서는 농가 부산물로 볏짚 등의 고간류 생산량이 대단히 많다. 이중에서도 양적으로 가장 많은 볏짚은 다양한 방법으로 재이용되어 왔는데 특히 반추동물의 사료로 이용하므로써 유육생산을 도모하기 때문에 인간의 간접식량자원으로 환원될 수 있다. 따라서 그 중요도로 논하고자 한다면 더 할 수 없이 귀중한 자원이 아닐 수 없다. 그러나 영양적 측면에서, 1986~1994년까지 국내에서 유통되었던 볏짚의 성분 분석 결과를 기준으로 보면 볏짚은 잠재적 에너지원으로서는 가능성은 있으나 그 자체가 우수한 영양소 집합체는 결코 아니고 가스화 유기물 함량으로 약 40.9%정도에 지나지 않는다. 이를 영양소별로 세분하여 보면 다음과 같다.

(1) 탄수화물의 구성

볏짚중에는 탄수화물이 약 83%를 차지하지만(표 1) 에너지원으로 쉽게 이용될 수 있는 NSC(비섬유성 탄수화물) 함량이 4%이하에 지나지 않으며 반추위내 분해 속도가 완만한 NDF(섬유성 탄수화물) 함량은 전체 탄수화물의 90%를 상회한다.

일반적으로 배합된 사료의 NSC : NDF의 탄수화물 구성비는 약 1 : 1을 기준으로 생산성을 고려하여 이의 비율이 조정되는 정도이다. 따라서 볏짚 위주의 사양관리를 한다면 대다수의 착유우 및 비육우에서

NSC의 심한 부족으로 에너지 결핍현상에 직면할 수도 있다. 섬유성 탄수화물이 쉽게 이용되지 못하는 근원적 이유는 셀룰로스와 헤미셀룰로스에 리그닌(lignin)이 결합되어 있어서 반추위 미생물의 분해작용을 억제시키기 때문인데, 볏짚의 리그닌 함량은 약 4.3%로 화분과 목초에 비하여 보통 2~3배 가량 많이 함유되어 있다. 뿐만 아니라 실리카(규소) 함량이 총 회분의 2/3 이상을 차지하며 특히 줄기에 비하여 잎 부위에 많이 분포되어 있어 가축이 이의 섭취를 기피하거나 기호성을 저하시키는 요인이 되기도 한다.

그러나 볏짚의 NDF는 반추위내 발효를 가속화시키지 않으면서도 궁극적으로 반추작용 및 미생물의 분해작용에 의하여 값진 에너지로 전환될 수 있기 때문에 그 활용가치는 높다고 여겨진다.

표1. 볏짚의 화학적 조성(고형물 기준)

화 학 적 성 분	함량(%)
고형물(dry matter)	88.01
조단백질(crude protein)	4.53
조지방(ether extract)	1.55
조섬유(crude fiber)	32.78
조회분(ash)	11.64
유기물(organic matter)	76.37
가용무 질소물(NFE)	49.06
가소화 영양소 총량(TDN)	48.05
중성세제 불용성 섬유소(NDF)	79.00
비섬유성 탄수화물(NSC)	3.77
리그닌(lignin)	4.29
실리카(silica)	9.77

(2) 단백질의 구성

볏짚의 조단백질 함량은 평균 4.53%이며 질소기준으로 0.72%인데 이중 수용성 질소(water soluble nitrogen, WSN)가 24%, 중성세제 불용성 질소(NDIN)가 약 60% 및 산성세제 불용성 질소(ADIN) 함량은 29%에 이른다. 그리고 반추위내 분해 단백질(RDP)은 약 37% 정도인 것으로 보고되었으며 가소화 조단백질 함량은 2.6%로 전체의 약 57%가 이용가능한 정도이다.

(3) 지방 함량

지방은 2% 이하로 함유되어 있으며 이중 가소화 지방 함량은 0.7%로 약 1/3이 이용되지만 영양적 측면에서의 기여도는 극히 작다.

면에서의 기여도는 극히 작다.

(4) 무기물

볏짚에는 회분 함량이 높아 많은 무기물이 고르게 분포되어 있을 듯 하지만 실제로는 이용 가능한 인(P)과 황(S) 등 반추위 미생물의 유지 및 성장에 중요한 무기물이 성숙의 요구량에 극히 못미치게 함유되어 있으며 칼슘(Ca)은 다소 부족한 정도로 함유되어 있다(표2). 그리고 장기간 볏짚위주의 사양관리를 하게 되면 아연(Zn) 결핍증에 걸릴 수 있다. 이외에도 비타민 A를 비롯한 모든 비타민이 거의 함유되어 있지 않다.

따라서 볏짚과 같은 고간류의 이용성을 가능한 한 극대화시키려면 적어도 사양관리의 관점을 달리하여야 한다.

표2. 볏짚의 무기물 함량 및 질소의 생리시기별 요구량

무기물	함 량	질 소 의 요 구 량			
		유 지	중 체	비 유	흡수율
	(%)	(g/100kg)	(g/생체중 kg)	(g/l)	(%)
칼슘(Ca)	0.38	3.2	28	2.4	50
인(P)	0.12	4.2	16	1.5	60
마그네슘(Mg)	0.17	1.5	2.4	0.7	17
나트륨(Na)	0.11	0.75	1.6	0.6	>80
칼륨(K)	2.06	3.8	2.0	1.5	>80
염소(Cl)	-	1.1	1.7	1.3	>80
	(mg/kg)	(mg/100kg)	(mg/생체중 kg)	(mg/kg)	
구리(Cu)	7.7	17.7	25	2.5	4
아연(Zn)	117.3	0.23	80	13.3	30
철(Fe)	522.0	-	-	-	-
망간(Mn)	338.9	-	-	-	-

Schiere와 Ibrahim(1989)

(5) 에너지 농도

표3. 고형물 함량당 고간류의 에너지 농도 (kg 고형물당 1메가 칼로리)

고 간 류	총 에너지 에너지	가 소 화 에너지	대 사 에너지	정 미 에 너 지	
				유 지	중 체
			Mcal / kg DM		
볏 짚	4.0	1.8	1.48	0.65	0.09
밀 짚	4.3	1.8	1.48	0.64	0.11
보 리 짚	3.9	1.8	1.45	0.60	0.08

NRC(1984)

표3에 나타난 바와 같이 볏짚은 약 4메가 칼로리 (Mcal)의 총 에너지를 지니고 있지만 반추기축의 체내 대사 에너지는 약 1/3에 해당되는 1.48Mcal에 지나지 않는다. 이는 발효열과 메탄가스로 불가피하게 소실되는 양이 많음을 의미하며 따라서 극히 저능력을 제외하고 볏짚위주의 사양관리를 해서는 목표하는 생산성을 기대하기 어렵다.

(6) 소화율

볏짚의 고형물 및 유기물 소화율은 평균 47.5% 및 52.0%로 밀짚에 비하여 같거나 다소 높은 편이며 보리짚에 비하여 다소 낮은데 주 원인은 실리카 함량이 높은데서 기인된다.(표4).

표4. 볏짚과 기타 고간류와의 소화율(%) 비교

고 간 류	고 형 물 소 화 율		유 기 물 소 화 율	
	평 균	범 위	평 균	범 위
볏 짚	47.5	40 - 55	52.0	46 - 58
밀 짚	47.5	40 - 55	42.5	40 - 45
보 리 짚	49.0	48 - 50	-	-

3. 물리성

섬유소원은 잠재적 에너지원으로서의 가치가 높지만 최근의 사양패턴을 감안하면 오히려 그 자체의 물리성을 결코 간과해서는 안될 중요한 생리적 기능을 지니고 있다. 즉, 단순히 원료의 화학적 성분에 의존한 NDF 혹은 CF(조섬유) 요구량만을 만족시켜 주는 것은 반추위 환경을 고려하지 않은 그릇된 사양관리이며 화학적 성분 이외에도 입자도 (particle size) 등의 여러 요인을 감안해야 한다. NRC(1988) 사양 표준에서는 1일 산유량이 30kg 이하인 착유우의 경우 NDF의 수준을 28% 이상 유지하도록 권장하고 있으며 총 권장량에 대하여 최소한 18%에서 약 21% 수준에 이르기까지 반드시 섬유소원으로 공급해 주도록 권장하고 있다. 따라서 섬유소원으로써 볏짚을 급여 시에는 이 수준에 따라 급여량을 결정하면 되며 물리성을 감안하여 5cm 정도의 세절 길이를 유지시켜 주면 적당하다.

4. 최대 섭취량과 급여 전략

볏짚만을 급여시 반추기축의 품종간에도 섭취량은 달라지는데 소의 경우를 기준으로 보면 대사체중당



반추동물의 소화기관은 섬유소원을 효율적으로 이용할 수 있도록 잘 발달되어 있다. 국내 여건을 감안하여 농가 부산물로 다량 생산되는 볏짚등의 고간류를 반추기축의 사료원으로 보다 활용가치를 높여야 에너지, 질소, 무기물 비타민 등의 주요 영양소가 모두 부족하다는 점을 인지하고 반추위의 발효를 안정화시키고 다른 사료원의 이용성을 높일 수 있는 범위에서 급여하는 것이 중요하다.



평균 약 66.5kg을 섭취하는 것으로 조사되었으며(표 5), 기타 고간류의 섭취량과 비교하여 훨씬 더 많이 섭취하는 것으로 나타났다. 그리고 볏짚급여시 농후 사료를 보충급여해 주는 경우에 볏짚의 섭취량은 농후사료 1kg 보충급여시마다 약 0.3~0.5kg씩 감소되는 것으로 보고되었다. 그러나 생산성을 고려하여 섬유소 공급원으로써 볏짚을 급여하는 경우 전체 사료에 대한 비율을 얼마로 해야 적정한지는 가축의 섬유소 요구량을 충족시키는데 주로 초점을 맞춘다면 생산수준별 적정 급여수준을 예측할 수 있을 것이다.

표5. 대사체중당 고간류의 고형물 섭취량 (g/kg w 0.75)

고 간 류	고 형 물 섭 취 량(DMI)	
	평 균	범 위
볏 짚	66.5	46 - 87
밀 짚	52.5	40 - 65
보 리 짚	40.5	39 - 42

예컨데, 1일 산유량이 30kg이며 체중 600kg에 달하는 착유우에서의 경우에 볏짚만으로 급여시에는 반추위 용적의 한계때문에 생리적 요구량을 충족시키지 못하고 오히려 사료의 물리적 요인에 의하여 제약을 받으며 따라서 고형물섭취(DMI) 요구수준인 체중의 3.34%에도 훨씬 못미치는 체중의 약 2% 정도밖에

섭취하지 못한다(표6).

표6. 1일 산유량 30kg(유지율 3.5%)인 착유우의 체중별 영양소 요구량

체중(kg)	DMI (kg)	NEI (Mcal)	TDN (kg)	RDP	Ca	P
				g		
600	20.04	32.03	14.06	1,879	113	72
700	21.30	33.485	14.72	1,978.5	117.5	72

NRC (1988)

비육우의 경우에 있어서도 마찬가지이다. 일당 증체량이 700g이며 체중 450kg인 비육우의 경우, DMI는 10.23kg으로 이는 체중의 약 2.27%에 해당되는데 볏짚만으로 급여시에는 섭취량이 최대 9kg밖에 되지 않는다.(표7). 이와 같이 여러 영양소를 일일이 고려하지 않더라도 섭취량 자체가 대다수 동물의 요구량을 충족시키지 못하므로 가소화 영양소 함량이 높은 사료와의 배합을 통해서 요구량에 맞추어 주지 않으면 안된다.

표7. 일당 증체량이 700g인 비육우의 체중별 고품질 섭취량과 영양소 요구량

체중(kg)	DMI	TDN	NE _m	NE _g	RDP	CP	Ca	P
	kg	Mcal		g				
350	7.76	4.86	6.96	2.62	536	932	25	19
450	10.23	6.09	8.40	3.01	730	1,227	25	20
550	13.26	7.49	9.77	3.39	948	1,591	28	20

사료 섭취량을 만족시켰다 하더라도 각 영양소의 요구수준을 만족시켜 주어야 하며 이때 반추동물의 특성을 최대한 고려하여 영양소 상호간 적정선을 설정하였는데 현재까지 알려진 바에 의하면 사료중의 총 질소 요구량은 1kg의 가소화 유기물 함량당 26g을 공급하여 주어야하고 이중 RDN은 18~20g(RDP로 환산시 2.88~3.20%)이 유지되도록 권장하고 있다. 뿐만 아니라 질소 요구량을 기준으로 인(P)과 황(S)의 비율을 함께 고려하여야 하는데 N:P:S의 적정 비율은 15:3:1이면 이상적인 것으로 알려져 있다.

한편 농가에서 조사료와 농후사료를 분리하여 급여 시에는 농후사료 급여후 섬유소원을 급여하는 것이 바람직하는데 이는 후에 섭취한 섬유소원이 반추위내에



서 발효가 본격화되는 1~2시간 경에 섬유층(fiber mat)을 형성하여 섭취사료의 발효속도를 다소 완화시켜 지속적으로 발효되도록 해주므로써 결국 에너지의 이용성과 반추위 미생물의 증식을 도와주는 부수적 효과가 있기 때문이다. 최근에는 TMR(total mixed ration)급여 시스템이 점차 보급 및 적용 추세에 있어서 농후사료와 섬유소원의 분리급여를 실시하지 않는데 이 경우에는 발효초기부터 반추위내 환경을 안정화시키면서 발효 동조화를 유도하는 원료의 배합이 무엇보다도 중요한 급여전략으로 부각되고 있다.

맺는말

반추동물의 소화기관은 섬유소원을 효율적으로 이용할 수 있도록 잘 발달되어 있다. 국내 여건을 감안하여 농가 부산물로 다량 생산되는 볏짚등의 고간류를 반추가축의 사료원으로 보다 활용가치를 높이려면 에너지, 질소, 무기물, 비타민 등의 주요 영양소가 모두 부족하다는 점을 인지하고 반추위의 발효를 안정화시키고 다른 사료원의 이용성을 높일 수 있는 범위에서 급여하는 것이 중요하다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 사양단계별 또는 생산능력별로 세분하여 물리성이 유지된 상태에서 섬유소 요구량의 65% 이상을 충족시켜 주는 것이 바람직하다.