

버섯잔사 첨가급여가 육성기 한우 채식행동에 미치는 영향

이상무 · 황주환 · 윤용범 · 곽완섭* · 김영일* · 문상호* · 전병태*

Effects of Spent Mushroom Substrates Addition on Eating Behavior of Growing Hanwoo

Sang Moo Lee, Joo Hwan Hwang, Yong Bum Yoon, Wan Sup Kwak*, Young Il Kim*, Sang Ho Moon* and Byong Tae Jeon*

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of dietary supplementation of spent mushroom substrates on eating time, ruminating and resting time of growing Hanwoo. A total of eighteen growing Hanwoo (357.0 ± 2.9 kg) were allocated into three feeding groups and assigned to three dietary treatments: Control (C : concentrate + rice straw; 5.32 kg + intake of free), T1 (concentrate + spent mushroom substrates + rice straw; 5.32 kg + 0.82 kg + intake of free) and T2 (concentrate + spent mushroom substrates + rice straw; 5.32 kg + 1.64 kg + intake of free). Intake of rice straw was the highest at C (2.66 kg), while T2 (2.03 kg) was the lowest. But total intake and NDF intake were highly in order of $T2 > T1 > C$ ($p < 0.05$). Eating time was similar in C and T1 with 289.3 and 290.5 minutes, and that in T1 was the shortest with 236.0 minutes ($p < 0.05$). When spent mushroom substrates were increased by 0 (0.0 kg), 15 (0.82 kg) and 30% (1.64kg) of concentrate, chewing time was decreased linearly from 451.0 and 402.3 to 359.5 minutes ($p < 0.05$), which was due to the particle size of very small feed. Number of bolus, number of chews, number of chews/bolus and FVI (chewing time/intake of feed 1kg) showed the highest to all in C. But ruminating time per bolus was the longest in T2 (69.4 min.), and number of bolus per minute was the highest at T1 (1.07 no.) Eating rate, ruminating efficiency and chewing efficiency were significantly higher ($p < 0.05$) in T1 and T2 than in C, which was due to increased feed intake and the small particle size of spent mushroom substrates. When fed with concentrate, Hanwoo group did united behavior in the all treatment (C, T1 and T2). But group behavior in ruminating and resting was hardly influenced by feeding levels of roughage. Consequently, spent mushroom substrates could be used up to from 15 to 30% in growing Hanwoo roughage source without any harmful effect on eating behavior.

(Key words : Hanwoo, Eating behavior, Spent mushroom substrates)

I. 서 론

버섯폐배지의 원료로 당밀, 밀짚, 톱밥, 사탕수수, 면실박, 미강 등을 사용하기 때문에 버섯 재배 후 폐배지를 사료화 하려는 연구가 많이

이루어지고 있다.

특히 버섯폐배지는 버섯 총생산량의 약 5배 정도 발생하고 (Williams 등, 2001; Semple 등, 2001), 연중 재배됨에 따라 사료화 할 수 있는 양적인 면과 안정적 공급이 가능하다는 장점을

“이 논문은 2007년도 농진청연구과제 지원에 의하여 연구되었음”

경북대학교 축산학과 (Department of Animal Science, Kyung-pook National University)

* 건국대학교 생명자원환경과학부 (School of life resource and environmental science, Kokkuk university)

Corresponding author : Sang Moo Lee, Department of Animal Science, Kyung-pook National University, Sangju 742-711. Korea. Tel : +82-54-530-1224. E-mail : smlee0103@knu.ac.kr

가지고 있다.

버섯 재배 시 배지는 균사체 배양 과정에서 백색 부후균(white rot fungi)에 의하여 lignin과 cellulose로 분해되며(Tuomela 등, 2000; Makela 등, 2002; 김과 김, 1993)), 톱밥 배지에 표고 버섯균 처리 시 lignin은 약 50% 분해가 가능하다(윤, 1996). 또한 최종 폐배지 단계에서는 버섯배지 단계에 비하여 유리당과 단백질함량이 증가하며, cellulose, lignin, 회분 함량이 감소한다는 보고(Rajathan과 Bano, 1989)를 참조한다면 폐배지는 미 분해성 물질이 분해되어 있는 상태이기 때문에 반추동물 사료 이용성이 배양전과 비교 시 증진된다고 볼 수 있다. 그리고 폐배지는 독성 중금속과 잔류농약의 오염이 거의 없기 때문에 위생적으로 안전하다는 김 등(2007b)의 보고가 있다. 이러한 원인으로 폐배지를 사료로 활용하는 농가가 점차 증가하고 있는 실정이며, 현재 국내 자급량이 절대 부족한 조사료의 대체 품목으로서 주목되고 있다. 그리고 버섯폐배지는 에너지 사료보다는 조사료 차원에서 많이 활용되고 있는 원인은 섬유소(NDF) 함량이 높기 때문이며, 이는 부족한 볏짚 대체용으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 폐배지 이용 시 사료적 가치 및 안전성에 관한 연구는 이루어지고 있지만(이 등, 2005; 배 등, 2006; 김 등, 2007a) 반추가축 채식행동에 미치는 연구는 국내외적으로 미비한 실정이다.

반추가축의 채식행동은 사료 종류에 따라 사료섭취 및 반추 소요 시간 또는 저작횟수 등이 달라져 반추동물의 소화생리에 절대적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 조사료의 물리·화학적 특성을 나타내는 지표가 된다(이 등, 2004a). 특히 조사료의 물리적 형태와 급여 비율은 사

료의 채식시간, 반추시간에 영향을 미치며(Gill 등, 1969; Castle 등, 1979), 이는 타액의 분비에 영향을 미쳐 반추위의 완충능력을 크게 변화시킨다(Bartley, 1976).

따라서 본 연구는 조사료원으로 활용하는 버섯폐배지(버섯잔사) 급여량에 따른 볏짚 섭취량 및 반추행동에 미치는 영향을 구명하여 버섯폐배지 활용의 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

공시가축은 Table 1에서 보는 바와 같이 거세 한우 육성우 13개월령 평균체중 357.0 ± 2.9 kg을 18두 공시하여 처리구별로 각각 6두씩 배치하였으며 시험구 당 면적은 50m^2 (5×10 m)로서 우리나라에서 일반적으로 사육하는 공간이었다. 시험 장소는 상주축협 생축장에서 실시하였다.

농후사료 및 시험사료는 1일 2회(06:30, 17:00) 등량으로 나누어 급여하였으며, 볏짚, 음수 및 미네랄 부록은 자유섭취토록 하였다.

또한 시험 전 공시가축이 버섯폐배지 채식에 잘 적응할 수 있도록 4개월 전부터 버섯폐배지를 시험 규정량을 급여하였으며, 시험 10일 전부터는 외적 요인에 의한 자극을 방지하기 위하여 전깃불을 야간에 점등하였다. 특히 시험 당일 스트레스를 방지하기 위하여 시험 전 수시로 시험 요원이 공시축에 접촉하여 순치하였다.

2. 시험설계

본 시험은 버섯폐배지의 채식행동을 구명하

Table 1. Body weight of experimental Hanwoo

Item	C	T 1	T 2	Mean
Body weight(kg)	356.3 ± 27.99	361.0 ± 27.07	354.3 ± 14.45	357 ± 2.9

기 위하여 Table 2와 같이 버섯폐배지를 첨가하지 않고 농후사료 (5.32 kg)와 볏짚을 급여한 (자유채식) 대조구 (Control구), 농후사료 (5.32 kg) + 버섯폐배지 (0.82kg : 농후사료의 약 15%) + 볏짚(자유채식)을 급여한 T1구 및 농후사료 (5.32 kg) + 버섯폐배지 (1.64 kg : 농후사료의 약 30%) + 볏짚 자유채식 시킨 것을 T2로 하여 3 처리로 하였다.

3. 급여사료의 화학적 특성

시험사료로 사용한 볏짚, 버섯폐배지 및 농후사료의 영양 가치는 Table 3에서 보는 바와 같이 볏짚은 조섬유가 40.92%, NDF 및 ADF가 각각 75.70%, 44.18%로서 우리나라 평균 볏짚에 해당하는 사료가치를 가지고 있었다. 그리고 버섯폐배지 영양성분은 볏짚에 비하여 조단

백질 및 조지방 함량이 높을 뿐 아니라 NDF 및 ADF 함량도 매우 높은 사료였다.

4. 조사방법 및 조사항목

조사방법은 잘 훈련된 조사요원을 선발하여 1인 2두씩 3시간 간격으로 교대하면서 관찰하였다. 이때 개체행동은 24시간 동안 1분 간격으로 육안 관찰하여 Plotting paper에 기록하였으며, 군 행동은 1시간 간격으로 실시하였다.

(1) 사료섭취량

섭취량은 급여한 사료와 섭취 후 잔량과의 차이로 구하였으며, 잔량은 다음날 오전 사료 급여 전에 수거하여 측정하였다.

(2) 채식행동

Table 2. The condition of experimental Hanwoo and feeding system

Item	Treatments		
	Control	T1	T2
No. of replication	6	6	6
Feeding system (DM basis, kg)			
Concentrate	5.32	5.32	5.32
Spent mushroom substrates	—	0.82	1.64
Rice straw	Free	Free	Free

Table 3. Chemical composition of experimental diets

Item	Diets		
	Rice straw	SMS ¹⁾	Concentrate
Dry matter (%)	85.49	41.18	87.21
 DM basis		
Crude protein (%)	4.21	5.73	14.92
Crude fat (%)	0.41	1.43	3.83
Crude fiber (%)	40.92	—	13.55
Crude ash (%)	12.13	6.04	8.40
NDF (%)	75.70	78.79	37.58
ADF (%)	44.18	66.04	20.85

SMS¹⁾ : spent mushroom substrate.

각 개체의 채식, 반추 및 휴식시간, 식피수, 분뇨행동은 본 시험기간 동안 육안으로 기록 관찰하였다. 저작시간은 채식시간과 반추시간을 합하여 구하였으며, 사료 가치지수 (Feed value index: FVI)는 채식 건물 당 저작시간으로 계산하였다 (Balch, 1958). 채식율, 반추율 및 저작율은 각각 건물 채식량을 채식시간, 반추시간, 저작시간으로 나누어 구하였다.

5. 통계분석

그리고 실험결과의 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics analytical System, USA) program (2003)을 사용하여 구하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 버섯폐배지 첨가 급여가 볏짚 채식량에 미치는 영향

채식행동 조사 시 버섯폐배지 급여량에 따른 채식량은 Table 4에서 보는 바와 같이 농후사료는 제한 급여하였기 때문에 공히 모든 구에서 5.32kg을 섭취하였다. 그러나 버섯폐배지를 첨가 급여한 T1 및 T2구에서는 볏짚 채식량이

떨어지는 경향을 보였다. 대조구에 비하여 T1구는 약 11%, T2구는 24% 정도 볏짚 채식량이 감소하였다. 1일 총 채식량에 있어서는 대조구의 7.98 kg에 비하여 T1 및 T2구가 각각 8.52, 8.99 kg으로서 폐배지 첨가량이 높을수록 총 채식량이 증가하는 경향이였다.

Kato 등 (1989)과 전 등 (2001)은 사료 질이 동일할 경우 사료입자도가 작으면 건물 채식량이 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 사용한 버섯폐배지의 입자도가 평균 1mm 이내로서 소형 입자도에 가깝기 때문에 이것이 총 건물채식량을 증가시킨 요인으로 판단된다.

총 사료섭취량 중 조사료 섭취량 (버섯폐배지 + 볏짚)을 보면 대조구 2.66, T1구 3.20, T2구 3.67 kg으로서 버섯폐배지 첨가량이 높을수록 높은 경향을 나타냈다. 이때 조사료 섭취량의 비율은 총 사료섭취량 대비 대조구가 33.3%, T1구가 37.6% 그리고 T2구가 40.8%로서 버섯폐배지 첨가량이 많을수록 조사료 섭취비율은 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 1일 NDF 섭취량에 있어서도 같은 경향을 나타냈다.

대조구에 비하여 T1 및 T2구에서 높은 조사료 섭취율을 보였던 것은 버섯폐배지의 입자도가 작았던 원인과 더불어 버섯폐배지를 농후사료와 혼합하여 급여하였기 때문에 기호성이 증가된 것이 원인으로 생각된다. 김 등 (1994)은 볏짚을 절단 길이를 달리하여 채식량을 검정한

Table 4. Effects of Spent Mushroom Substrate addition on voluntary intake of rice straw

Feed intake (DM base)	Treatments		
	Control	T1	T2
Concentrate (kg)	5.32	5.32	5.32
Spent mushroom substrate ¹⁾ (kg)	—	0.82	1.64
Rice straw (kg)	2.66	2.38	2.03
Total (kg)	7.98	8.52	8.99
Roughage/Total feed (kg)	2.66 / 7.98	3.20 / 8.52	3.67 / 8.99
Ratio of roughage intake (%)	33.3	37.6	40.8
Intake of NDF (g/day)	4,012.9	4,447.0	4,828.2

¹⁾ fed to mix of concentrate and spent mushroom substrate.

결과 절단 길이가 짧은 것에서 채식량이 증가하였다고 하였으며, Kim 등 (1993)은 옥수수 계분 사일리지 실험에서 기호성이 증가하면 채식량도 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 같은 경향을 나타냈다.

2. 버섯폐배지 첨가 급여가 저작 및 휴식 행동에 미치는 영향

Table 5는 버섯폐배지 급여가 저작 및 휴식 행동에 미치는 영향을 나타낸 것으로서 총채식 시간은 T2구와 대조구에서는 각각 290.5 및 289.3분으로서 차이가 없었지만 T1구는 236.0분으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 농후사료 채식 시간은 T2구가 119.5분으로 가장 높게 나타난 반면 ($p < 0.05$), 조사료 채식 시간은 대조구에서 242.0분으로 가장 높게 나타났다. T2구에서 높은 농후사료 채식 시간을 나타낸 것은 버섯폐배지를 배합사료에 혼합하여 급여하였기 때문이며, 대조구에서 높은 조사료 채식 시간을 나타낸 것은 볏짚을 조사료 원으로 공급한 것과 관련하여 볏짚을 분쇄 및 절단을 하지 않고 원형 그대로 급여하였기 때문이다. 김 등 (1994)은 볏짚을 3, 9 및 15 cm로 절단하여 급여한 결과 9 cm와 15 cm에서는 차이가 없었지만 3 cm에서

채식 시간이 유의적으로 감소하였다고 보고하였으며, 전 등 (1997)은 조사료 급여 원으로서 볏짚, Wild oat, Baggase를 급여한 결과 채식시간에 있어서 볏짚이 Wild oat, Baggase에 비하여 2배 정도 길게 나타났다고 하여, 채식시간은 조사료의 입자 길이에 따라 달라지는 것으로 나타났다.

총 반추시간에 있어서는 볏짚을 자유채식한 대조구가 451.0분으로서 버섯폐배지를 첨가 급여한 T1 (402.3분) 및 T2구 (359.5분)에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 본 실험 결과 대조구와 T2구의 채식시간이 유의적인 차이가 없음에도 불구하고 대조구에서 높은 반추시간을 보였던 것은 버섯폐배지의 입자도가 볏짚에 비하여 월등히 작기 때문인 것으로 생각된다. Mcleod (1986)는 일반적으로 입자도가 큰 사료는 입자도가 작은 사료에 비하여 반추위에 체류시간 및 반추시간이 길어진다고 하였다. 또한 Faichney (1986)와 Ulyatt 등 (1986)은 사료의 입자도가 1 mm 이하의 입자도는 반추작용을 받지 않고도 반추위를 통과할 수 있기 때문에 입자도가 작으면 반추시간이 감소한다고 하여 본 실험 결과를 잘 뒷받침하여 주었다.

반추행동 중 서서 반추를 하는 시간은 처리구간 111.8~122.3분의 범위로서 큰 차이가 없었

Table 5. Effects of spent mushroom substrate addition on chewing and resting behavior

Items	Treatments		
	Control	T1	T2
Eating time (min./day)	289.3 ^a ± 21.0	236.0 ^b ± 22.3	290.5 ^a ± 17.3
Concentrate	47.3 ^c ± 6.0	65.8 ^b ± 6.2	119.5 ^a ± 8.4
Roughage	242.0 ^a ± 26.1	170.3 ^b ± 28.0	171.0 ^b ± 13.0
Ruminating time (min./day)	451.0 ^a ± 24.4	402.3 ^{ab} ± 24.3	359.5 ^b ± 35.0
Standing	111.8 ± 29.2	119.3 ± 30.8	122.3 ± 26.0
Laying	339.3 ^a ± 11.8	283.0 ^{ab} ± 49.6	237.3 ^b ± 20.3
Resting time (min./day)	699.8 ^b ± 45.2	802.3 ^a ± 30.9	790.0 ^a ± 25.9
Chewing time (min./day)	740.3 ^a ± 22.6	638.3 ^b ± 27.8	650.0 ^b ± 13.0

Data are expressed as means ± SD.

^{ab} Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

으나, 누워서 반추하는 시간은 볏짚 채식량이 높았던 대조구에서 높게 나타났다($p<0.05$). 1일 행동 중 휴식행동은 다른 처리구에 비하여 대조구가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과는 상대적으로 반추시간 및 저작시간이 다른 구에 비하여 대조구가 길었기 때문이다. 총 저작시간(채식+반추시간)은 대조구가 1일 중 740.3분으로 가장 높았던 반면 T1구는 638.3분으로 가장 짧은 시간을 나타냈다($p<0.05$). 이 등(2004b)은 조사료 비율이 10%에서 50%로 증가할 때 총 저작시간은 직선적으로 증가한다고 보고하였으며, Sudweeks(1977)는 농후사료 급여 비율이 10, 40, 70%로 증가하는 경우에 저작시간이 713, 490 및 387분으로 감소한다고 보고하였다. 그러나 본 실험 결과 T1 및 T2구는 대조구에 비하여 조사료 섭취량이 높았음에도 불구하고 저작시간이 짧게 나타난 것은 입자도가 작은 버섯폐배지를 첨가 급여한 것에 기인 된 것으로 생각되며, 위의 결과를 볼 때 저작시간은 동일 종류의 조사료가 아닐 경우는 조사료의 종류 및 입자도가 저작시간에 영향을 주는 것으로 사료된다.

이상과 같이 볏짚 대용으로 활용하고 있는

버섯폐배지를 농후사료 급여량의 15%(T1)와 30%(T2) 첨가 급여 할 때 반추시간 및 저작시간은 볏짚구(대조구)에 비하여 버섯폐배지 첨가량이 높을수록 떨어지는 것으로 나타났다.

3. 버섯폐배지 첨가 급여가 반추 및 배설 행동에 미치는 영향

Table 6은 버섯폐배지 급여가 반추행동, 분뇨 행동에 미치는 영향을 나타낸 것으로서 반추시 식피수는 볏짚 채식량이 높았던 대조구가 433.0개로 가장 높았으며, 버섯폐배지를 15% 첨가한 T1구에서는 431.5개, 30%를 첨가한 T2구는 311.0개로서 버섯폐배지 첨가량이 많을수록 식피수는 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 이 등(2004a)은 조사료 원으로서 팽연왕겨 및 분쇄왕겨를 15%씩 첨가 급여한 결과 볏짚구는 599.7개, 팽연왕겨구는 482.0개, 분쇄왕겨구는 441개로서 입자도가 작을수록 식피수가 급격히 감소한다고 보고하였다. Jaster과 Murphy(1983)는 heifers 착유우에게 알팔파 건초를 무세절, 거친 분쇄 및 미세한 분쇄로 구분하여 시험한 결과 반추 시 식피수는 무세절

Table 6. Effects of spent mushroom substrate addition on ruminating, defecating and urinating behavior

Items	Treatments		
	Control	T1	T2
No. of bolus	433.0 ^a ± 30.1	431.5 ^a ± 44.9	311.0 ^b ± 29.5
No. of chews (bolus)	19,631.3 ^a ±691.5	18,206.0 ^a ±1,344.4	13,778.8 ^b ±961.9
Ruminating time/bolus (sec.)	62.7 ^{ab} ± 2.9	55.9 ^b ± 1.4	69.4 ^a ± 1.3
No. of chews / bolus	45.3± 1.8	42.2± 2.3	44.3± 1.3
Bolus / min.	0.96 ^{ab} ± 0.09	1.07 ^a ± 0.05	0.87 ^b ± 0.04
Defecating (No./day)	11.5± 1.9	10.8± 1.7	14.0± 1.1
Urinating (No./day)	8.0± 2.2	12.8± 4.0	11.8± 2.2
FVI (min./kg, DM)	92.8 ^a ± 2.9	74.9 ^b ± 2.7	72.3 ^b ± 1.5

FVI : feed value index (Chewing time/intake of feed 1 kg).

Data are expressed as means ± SD.

^{ab} Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p<0.05$).

한 건초에서 가장 높았다고 보고하여 본 연구와 같은 결과를 나타냈다. 총 저작수에 있어서는 식피수가 가장 많았던 대조구가 19,631.3회로서 가장 많았고 식피수가 가장 적었던 T2구가 13,778.8개로 유의적으로 적게 나타났다 ($p < 0.05$). 이 등(2004b)은 한우의 1일 저작 횟수는 조사료 급여량에 따라 12,779~22,531번, 김 등(1994)은 조사료와 농후사료 비율을 65:35로 하고 암소 체중의 1.8% 사료를 급여 할 때 조사료(보릿짚) 절단 길이를 3, 9 및 15 cm로 각각 급여한 결과 반추 시 저작회수가 15,457~18,174번 이었다고 보고하여 본 실험에 나타난 저작회수와 비슷한 수치를 나타냈다.

식피당 반추시간을 보면 T2구가 69.4초로 가장 길었으며 ($p < 0.05$) 식피당 저작수는 42.2~45.3번으로서 처리 간에 차이를 나타내지 않았다. 岡本(1979)은 급여량을 같이 하였을 때 토출 식피당 저작시간은 분쇄한 건초에서 길게 나타났다고 보고하였으며, 전 등(1997) 보고에서도 섬유소원으로서 볏짚, Wild oat 및 Baggase를 급여한 결과 식피당 반추시간이 각각 53.0, 68.6 및 61.5초로 나타나 입자도가 적은 조사료가 길게 나타났다고 보고하여 본 실험과 유의한 결과를 나타냈다. 그러나 김 등(1994)은 볏짚을 3, 9, 15 cm로 절단하여 급여한 결과 각각 48.6, 50, 52.6초로서 절단 길이가 길수록 저작시간이 길어졌다고 보고하였다. 이

등(2004b)은 채식량에 조사료를 50, 40, 30, 20 및 10%를 급여한 결과 식피 당 반추시간이 34.3, 46.2, 44.1, 42.7, 39.7초로서 조사료 급여량이 가장 높은 50%구에서 가장 짧게 나타난 반면, 40%, 30%, 20%, 10% 급여한 구 부터는 조사료 급여량이 높을수록 길게 나타났다고 보고하여 일정한 경향치를 나타내지 않았다.

분당 식피수에 있어서는 T1 (1.07) > Control (0.96) > T2 (0.87개) 순으로 높게 나타났으며, 1일 배분 회수는 채식량이 가장 높았던 T2구가 14.0번으로 가장 높게 나타났으나 처리 간에 유의적인 차이는 없었다. 배뇨 회수는 대조구보다 처리구인 T1 및 T2구에서 높게 나타났으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 사료가 차지수 (FVI)는 T1 및 T2구 사이에는 유의적인 차이가 없었지만 대조구에서는 92.8분으로 높은 유의성을 나타냈다 ($p < 0.05$). 이는 버섯폐배지 채식량 보다는 볏짚 채식량이 증가함에 따라 높게 나타났다.

4. 버섯폐배지 첨가 급여가 채식율, 반추효율 및 저작효율에 미치는 영향

Table 7은 버섯 폐배지 첨가 급여가 채식율, 반추효율, 저작효율에 미치는 영향을 나타낸 것으로서 채식율을 보면 대조구, T1 및 T2구가 각각 1,661.0, 2,179.8, 1,862로서 T1구가 T2구

Table 7. Effect of spent mushroom substrate addition on eating rate, ruminating efficiency and chewing efficiency

Items	Treatments		
	Control	T1	T2
Eating rate ¹⁾	1,661.0 ^b ±59.4	2,179.8 ^a ±104.3	1,862.3 ^b ± 55.2
Ruminating efficiency ²⁾	1,063.8 ^b ±57.9	1,274.3 ^b ± 79.5	1,512.5 ^a ±159.8
Chewing efficiency ³⁾	648.5 ^b ±19.6	804.0 ^a ± 29.0	831.0 ^a ± 16.5

¹⁾ Voluntary intake (gDM/day) / Eating time (hour/day).

²⁾ Voluntary intake (gDM/day) / Ruminating time (hour/day).

³⁾ Voluntary intake (gDM/day) / Chewing time (hour/day).

Data are expressed as means ± SD.

^{ab} Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

나 대조구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며 ($p < 0.05$), 반추효율 및 저작효율에 있어서는 $T2 > T1 > \text{대조구}$ 순으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$).

T1구에서 높은 채식율을 나타낸 것은 채식 시간은 짧고 채식량이 많았던 것에 기인된 것이며, 반추효율 및 채식효율에 있어서 T1 및 T2구가 대조구 보다 높았던 것은 대조구에 비하여 T1 및 T2구가 반추시간 및 저작시간은 짧고 사료 채식량(농후사료 + 조사료)은 높았기 때문이다.

김 등(1994)은 채식율, 반추효율 및 저작효율은 절단 길이가 짧을수록 유의적인 차이는 없지만 높은 경향을 보인다고 하였으며, 전 등(1997)도 벣짚과 입자도가 작은 조사료를 급여한 결과 입자도가 작은(wild oat 및 baggase) 것이 채식율, 반추효율, 저작효율이 높았다고 하여 본 연구 결과와 같은 경향을 보였다.

이상의 결과에서 버섯폐배지 첨가 사용이 벣짚 대용으로 가능성을 채식량 및 반추행동으로 검토한 결과 버섯폐배지 사용은 벣짚에 비하여 반추시간은 떨어지지만, 반추량에 있어서는 벣짚과 비슷한 경향을 나타내고 있다. 그리고 채식율, 반추효율 및 저작효율에서는 높은 결과를 가져옴으로서 벣짚 대체 가능성이 충분하다고 사료된다.

5. 버섯폐배지 첨가 급여가 군 행동에 미치는 영향

군 행동은 Table 8에서 보는 바와 같이 24시간 관찰한 결과 시간대 별로 살펴보면 13~16시 사이에는 모든 구에서 대부분 서서 휴식을 하는 상태였으며, 18~20시 사이에는 서서 휴식 및 조사료를 채식하는 형태로 나타났다. 특히 모든 한우가 동일하게 행동을 나타낸 것은 농후사료 급여시간인 17시에 나타났다. 농후사료 채식 후 18~19시에는 조사료 채식이 모든 구에서 강하게 나타났지만 20시 이후부터 다음날

06까지는 조사료의 채식행동을 보이지 않았다.

21시부터 다음 날 04시까지는 처리구에 관계 없이 대부분 앉아서 반추 및 휴식을 취하는 행동을 나타냈다. 06시 농후사료 급여와 함께 전 두수(모든 구)가 사료를 채식하였으며 06시 이후인 07시에는 조사료 채식이 이루어지다가 08시 이후는 대부분 휴식 상태로 들어갔다. 특히 T1 및 T2구에 비하여 대조구는 07~11까지 조사료 채식행동이 높게 나타났는데, 이는 T1 및 T2구에 버섯 잔사를 농후사료에 첨가 급여한 것에 반하여 대조구는 급여하지 않았기 때문에 벣짚을 추가적으로 섭취하기 위하여 채식행동이 연장된 것으로 생각된다.

농후사료를 제한 급여한 사사내 사육 시 육성우의 군 행동에서는 농후사료 채식시에만, 모든 구에서 동일한 행동을 보였고, 이외에는 군 전체의 통일된 군 행동을 보이지 않았다. 그리고 대부분 무리 중에서는 6두가 동시에 같은 행동을 보이지 않고, 무리 중 2두 혹은 3두씩 짝을 지어 동일한 행동을 하는 것으로 나타났다.

시간 당 18두씩 24시간 총 432두(총 행동 두수)를 기준으로 볼 때, T1 및 T2구는 누워서 휴식 > 서서 휴식 > 누워서 반추 > 조사료 채식 > 서서 반추 > 농후사료 채식 순으로 높게 나타났지만, 대조구는 T1 및 T2구에 비하여 누워서 휴식 > 서서 휴식에서 높게 나타난 것은 동일하지만 그 다음 순에서는 조사료채식 > 누워서 반추 > 농후사료 채식 > 서서 반추 순으로 다르게 나타났다. 이러한 결과는 사료급여량에 따른 차이로 해석할 수 있다. 즉 대조구는 농후사료(5.32 kg)만 급여, T1구는 농후사료(5.32 kg)와 버섯폐배지(0.82 kg)를 혼합하여 6.12 kg 급여, T2구는 농후사료(5.32 kg)와 버섯폐배지(1.64 kg)를 혼합하여 6.96 kg을 급여하였기 때문에 대조구에서는 부족한 채식량을 채우기 위하여 벣짚 채식 행동이 상대적으로 높게 나타난 것으로 생각된다.

이들 전체 군의 평균 채식 행동을 보면 휴식

Table 8. The behaviour of Hanwoo group during 24 hrs

Time	Ruminating						Resting						Feeding						Total (head)
	Stand			Lay			Stand			Lay			Con. ¹⁾			Rou. ²⁾			
	C*	T1	T2	C	T1	T2	C	T1	T2	C	T1	T2	C	T1	T2	C	T1	T2	
13	2	5	4	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-	-	18
14	3	3	3		1	-	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
15	-	-	3	-	-	-	6	4	3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	18
16	3	3	3	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	6	-	-	-	18
18	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	5	5	4	18
19	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	2	-	-	-	-	3	4	3	18
20	2	-	-	-	-	-	2	4	6	-	2	-	-	-	-	2	-	-	18
21	-	-	-	3	3	3	1	-	-	3	2	3	-	-	-	-	-	-	18
22	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	18
23	-	-	-	-	1	4	3	-	-	5	2	2	-	-	-	1	-	-	18
24	-	-	-	1	2	3	-	-	-	5	4	3	-	-	-	-	-	-	18
01	-	-	-	4	4	5	2	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	18
02	-	1	-	3	3	2	-	1	-	3	1	4	-	-	-	-	-	-	18
03	-	-	-	1	3	1	-	-	-	5	3	5	-	-	-	-	-	-	18
04	-	-	-	1	-	4	-	4	-	5	2	2	-	-	-	-	-	-	18
05	-	2	-	1	2	-	5	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	6	-	-	-	18
07	-	-	-	-	-	-	2	3	3	-	-	-	-	-	-	4	3	3	18
08	-	-	-	2	1	-	-	-	-	2	5	5	-	-	-	2	-	1	18
09	-	-	-	2	1	2	-	-	-	2	5	4	-	-	-	2	-	-	18
10	-	-	-	2	1	2	4	1	3	-	3	-	-	-	-	-	1	1	18
11	-	-	-	-	-	-	2	5	3	-	-	1	-	-	-	4	1	2	18
12	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	6	6	-	-	-	-	-	-	18
Total	10	14	13	26	25	29	37	33	35	38	41	38	12	12	12	27	16	14	432
RR ³⁾ (%)	2.31	3.24	3.01	6.02	5.79	6.71	8.56	7.64	8.10	8.80	9.49	8.80	2.78	2.78	2.78	6.25	3.70	3.24	100
Total (%)	8.56			18.52			24.30			27.09			8.34			13.19			100
Total (%)	27.08						51.39						21.53						100

¹⁾ Con : Concentrate, ²⁾ Rou : Roughage, ³⁾ RR : Relative ratio(%).
C* : Control.

행동이 51.39%, 반추행동이 27.08% 채식행동이 21.53%로서 군행동시 나타나는 현상은 휴식 > 반추 > 채식 순으로 높게 나타났다.

이 등(2004a)은 한우 550 kg에 있어서 1일 행동은 휴식>반추>채식 순이라고 하였으며, Ilan 등(1973)은 어린 소에 있어서 조사료를 40%정도 공급하면 1일 행동 중 사료 섭취에 26%이상 차지한다고 보고하였다. 본 실험에서는 평균 37%의 조사료를 공급한 것과 비교 시 비슷한 결과치를 나타냈다. 따라서 군 행동은 일반 개체 행동과 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

IV. 요 약

본 실험은 NDF 및 ADF 함량이 높은 버섯폐배지(버섯잔사)에 대한 볏짚 대체 가능성을 채식 행동 관점에서 검토할 목적으로 실시하였으며, 시험사료인 농후사료+볶짚(Control: 5.32 kg+자유채식), 농후사료+버섯폐배지+볶짚(T1: 5.32 kg+0.82 kg+자유채식) 및 농후사료+버섯폐배지+볶짚(T2: 5.32 kg+1.64 kg+자유채식)를 급여하여 채식 행동 조사를 하였다. 공시 가축은 평균체중 357.0 ± 2.9 kg인 한우 18두를 이용 하였으며, 사료급여에 있어서는 농후사료와 버섯폐배지는 1일 2회로 반량씩 급여하였으며 볏짚은 자유채식토록 하였다. 볏짚 채식량은 Control구가 2.66 kg으로서 가장 높게, T2구가 2.03 kg으로 가장 낮게 나타난 반면, 총채식량 및 NDF 채식량은 T2 > T1 > Control구 순으로 높게 나타났다. 채식시간은 Control구가 289.3분, T2구가 290.5로 비슷했고 T1구가 236.0분으로 가장 적었다($p < 0.05$). 반추시간에 있어서는 버섯폐배지 첨가량을 0% (0.0 kg), 15% (0.82 kg) 및 30% (1.64 kg)로 증가 시켜줌에 따라 반추시간은 451.0분에서 359.5분으로 직선적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이는 버섯폐배지의 사료입자 크기가 매우 작았던 것에 기인된 것으로 생각된다. 1일 저작시간, 식피수, 저

작회수와 식피당 저작수 및 사료가치지수는 볏짚을 급여한 대조구에서 모두 높게 나타났다($p < 0.05$). 그러나 식피 당 반추시간은 T2 (69.4 분)에서, 분 당 식피수는 T1구 (1.07번)에서 높게 나타났다($p < 0.05$). 채식율, 반추효율 및 저작효율성에 있어서는 버섯폐배지 첨가 급여구 (T1, T2)가 무첨가 급여구 (Control)에 비하여 높게 나타났으며, 이는 높은 채식량과 버섯폐배지의 작은 입자도가 관여한 것으로 생각된다. 군 행동은 모든 구 (Control, T1 및 T2)에서 농후사료 급여시에 통일된 행동을 보였고, 반추 및 휴식에 있어서 군 행동은 처리 간 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과 육성우 배합사료에 버섯폐배지 15% 및 30%를 첨가 급여함으로써 반추시간, 식피수, 저작수 및 FVI치는 다소 낮은 결과치를 보였으나, 채식행동에 큰 문제가 될 정도는 아니며, 오히려 채식율, 반추효율 및 저작효율에 있어서 무첨가구에 비하여 첨가구가 높았던 점을 감안 할 때 한우 육성우 조사료원으로서 대체 가능성을 기대할 수 있다.

V. 인 용 문 헌

1. 김영일, 배지선, 허정원, 곽완섭. 2007a. 버섯의 봉지재배 및 병 재배시 재배단계별 배지의 사료 영양적 성분, 독성중금속 및 잔류농약 모니터링. 한국동물자원과학회지. 49(1):67-78.
2. 김영일, 배지선, 정세형, 안문환, 곽완섭. 2007b. 버섯폐배지의 발생량 조사 및 새송이, 느타리, 팽이 버섯폐배지의 버섯종류별과 재배방식의 물리화학적 특성 평가. 한국동물자원과학회지. 49(1):79-88.
3. 김용국, 김용인. 1993. Mycelium에 의한 Lignocellulose 물질로부터 양질의 발효사료 생산. 한국낙농학회지. 15(4):251-260.
4. 김종민, 이병석, 정태영. 1994. 암모니아 처리 보릿짚의 절단길이가 한우의 채식 및 반추행동에 미치는 영향. 한국축산학회지. 36(5):487-493.
5. 배지선, 김영일, 정세형, 오영균, 곽완섭. 2006. 느타리, 새송이 및 팽이버섯 폐배지의 반추동물

- 조사료원으로서의 사료 영양적 가치평가. 한국동물자원과학회지. 48(2):237-246.
6. 윤승락. 1996. 표고버섯 재배 톱밥 폐배지의 가축사료 이용. 월간축산인. 2:124.
 7. 이성훈, 곽완섭, 김완영. 2005. 셀레늄강화 팥이 버섯과 폐배지의 셀레늄 형태 및 팥이버섯내 셀레늄 축적대사에 관한 연구. 한국동물자원과학회지. 47(2):305-316.
 8. 이왕식, 이병석, 이상철, 이상석, 이세영, 이덕운, 하종규. 2004a. 볏짚 및 가공처리 왕겨의 급여가 한우의 사료섭취 및 반추행동에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 46(1):49-54.
 9. 이왕식, 이병석, 오영균, 김경훈, 강수원, 이상석, 하종규. 2004b. 농후사료와 조사료의 비율이 한우의 저작 및 반추시간과 빈도에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 46(1):56-60.
 10. 전병태, 문상호, 권영재, 곽완섭. 2001. 육계분 발효사료의 첨가수준이 꽃사슴의 건물 섭취량, 소화율 및 질소 출납에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 43(5):727-734.
 11. 전병태, 박인호, 이상무, 문상호, 김경훈, 김준선, 손중천. 1997. 섬유소원의 차이가 한우의 저작행동에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 39(4):383-390.
 12. 岡本全弘. 1979. 乾草の粉碎や細切がめん羊の反芻行動に及ぼす影響. 新得畜試研究報告. 10:37-40.
 13. Balch, C.C. 1958. The observations of the act of eating in cattle. Brit. J. Nutr. 12:3330-3345.
 14. Bartley, E.E. 1976. Bovine saliva: production and function of buffers in ruminant physiology and metabolism. Church and Dwight Co., Inc., New York.
 15. Castle, M.E., W.C. Retter and J.N. Watson. 1979. silage and milk production: comparisons between three silages of different chop lengths. Grass and Forage Sci. 34:293-301.
 16. Faichney, G.J. 1986. The kinetics of particulate matter in the rumen. In: Control of digestion and metabolism in ruminants. Reston published Co., Reston, VA. p. 173.
 17. Gill, S.S., H.R. Conrad and J.W. Hibbs. 1969. Relative rate of *in vitro* cellulose disappearance as a possible estimator of digestible dry matter intake. J. Dairy Sci. 52:1687-1690.
 18. Ilan, D., D. Levy and Z. Holzer. 1973. Behavior patterns of intensively fed male calves as affected by allowance and type of space. Anim. Prod. 19:147-155.
 19. Jaster, E.H. and M.R. Murphy. 1983. Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. J. Dairy Sci. 66:802.
 20. Kato, K., Y. Kajima, M. Odashima, L.S. Lee, K.T. Nam, H. Chiga, Y. Shoji, M. Otha and Y. Sasaki. 1989. feed passage and digestibility in japanese deer and sheep. Research report of Kawatabi experimental station. 5:59-62.
 21. Kim, J.H., H. Yokata, Y.D. Ko, T. Okajima and M. Ohshima. 1993. Nutritional quality of whole crop corn forage ensiled with cage layer manure. I. Quality voluntary feed intake and digestibility of the silage in goat. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 6(1):45-51.
 22. Makela, M., S. Galkin, A. Hatakka and T. Lundell. 2002. Production of organic acids and oxalate decarboxylase in lignin degrading white rot fungi. Enzyme and Microbial technology 30:542-549.
 23. Mcleod, M.N. 1986. Physical and biological factors controlling the reduction of feed particles in the ruminant. Ph. D. Dissertation. Univ. of Queensland, St. Lucia, Aust.
 24. Rajathan, S. and Z. Bano. 1989. Pleurotus mushrooms. Bio-transformations of natural ligno-cellulotic waste. Critical rev. Food Sci. Nutr., Vol. 28. Mysore, India, pp. 31-123.
 25. SAS. 2003. SAS user's guide. statistics, version 9.1. SAS institute Inc. Cary. NC. USA.
 26. Semple, K.T., B.J. Reid and T.R. Fermor. 2001. Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. Environmental pollution. 112:269-283.
 27. Sudweeks, E.M. 1977. chewing time, rumen fermentation and their relationships in steers as affected by diet composition. J. Anim. Sci. 44:694-701.
 28. Tuomela, M., M. Vikman., A. Hatakka and M. Itavaara. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment. Bioresource Tech. 72:169-183.
 29. Ulyatt, M.J., D.W. Dellow, A. John, C.S.W. Reid

- and G.C. Waghorn. 1986. Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digester from the rumino-reticulum. In: Control of digestion and metabolism in ruminants. Reston Publ. Co., Reston, VA. p. 498.
30. Williams, B.C., J.T. McMullan and S. McCahey. 2001. An initial assessment of spent mushroom compost as a potential energy feedstock. *Bio-resource Technology*. 79:227-230.
- (접수일: 2008년 3월 27일, 수정일 1차: 2008년 4월 20일, 수정일 2차: 5월 8일, 게재확정일: 2008년 5월 16일)