

버섯폐배지와 맥주박 첨가 섬유질발효사료 급여가 흑염소의 생산성, 사료섭취량 및 영양소 소화율에 미치는 영향

황보 순*

대구대학교 동물자원학과

Effects of Total Mixed Fermentations with Spent Mushroom (*Flammulium velutipes*) and Wet Brewer's Grain on Growth Performance, Feed Intake and Nutrient Digestibility in Korean Black Goats

Soon Hwangbo*

Department of Animal Resources Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the feeding effects of total mixed fermentations (TMF) with spent mushroom (*Flammulium velutipes*) and wet brewer's grain on estimating the productivity and nutrient utilization of Korean black goats. Four experimental groups were set up with each of the 5 animals for a 30-day feeding trial on growth performance. 12 black goats with regard to nutrient digestibility were allocated to 4 groups of 3 animals each by a latin-square design control group (offered concentrate and rice straw) and 3 treatment groups (TMF with 15% spent mushroom and 25% wet brewer's grain (T1), 10, 30% (T2) and 5, 35% (T3)). The average daily gain (ADG) of the control and T1 treatment groups was higher than that of the T3 treatment group ($p < 0.05$). Dry matter (DM) and organic matter (OM) intake (kg/head) for T1 and T2 treatment groups were significantly higher than those of the control group ($p < 0.05$). The digestibility of DM and OM for the control group (62.39~63.39%) and the T1 treatment group (65.02~65.25%) were significantly higher than those of the T3 treatment group (56.39, 59.01%) ($p < 0.05$). Further, nitrogen retention was significantly higher in the T1 treatment group ($p < 0.05$). Thus, these results conveyed that productivity and nutrient utilization were similar between TMF with spent mushroom and wet brewer's grain and commercial feeds. However, this study also suggested that feed must contain 25~30% spent mushroom due to the fact that the productivity of Korean black goats was decreased by increasing the content of spent mushroom.

(Key words : TMF, Brewer's grain, Spent mushroom, Feed intake, Nutrient digestibility, Goat)

I. 서 론

국내 흑염소 소비는 과거 중탕 위주의 약용에서 최근 국민들의 건강식품 선호로 인해 육용위주로 전환됨으로써 흑염소의 사육형태도 소규모 사육에서 배합사료 급여 위주의 전업화로 전환되고 있다. 그러나 국내 축산업은 곡류사료를 대부분 수입에 의존하고 있으며 근래 국제 곡물가격 상승과 고유가로 국내 배합사료 가격이 급등하여 흑염소 사육 농가의 어려움이 가중되고 있어 생산비 절감을 위한 다양한 자구책이 강구되고 있다.

일반적으로 흑염소는 다른 가축보다 저급사료에 대한 이

용 효율이 높으며, 부산물을 사료로 활용하는데 유리한 소화기 구조를 가지고 있어 부존자원을 광범위하게 사료로 이용할 수 있다(Malau-Aduli et al., 2003). 최근 국내에서는 흑염소 생산비 절감을 위한 사료비 절감방안으로 농산물과 식품 가공과정에서 발생하는 부산물의 사료가치 및 이용성에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다(Choi et al., 2006a; Choi et al., 2006b; Choi et al., 2012).

국내 반추가축의 사료로 많이 이용되고 있는 부산물은 버섯폐배지, 맥주박, 미강 등이 사료자원으로 이용되고 있으며, 특히 버섯폐배지는 최근 버섯 생산량의 급증과 함께 많은 양이 배출되는데, 연간 약 97만 톤은 가축사료로 이

* Corresponding author : Soon Hwangbo, Dept. of Animal Resources Science, Daegu University, Gyeongsan, 712-714, Korea. Tel: +82-53-850-6720, Fax: +82-53-850-6729, E-mail: simona@daegu.ac.kr

용이 가능하다(Kim et al., 2007). 버섯배지 원료는 단미사료로도 이용되는 옥공이, 면실피, 면실박, 비트펄프, 미강 및 밀기울 등이 첨가되며, 일반적으로 버섯 배지 내 영양소의 20% 정도만이 버섯에 이용되기 때문에 버섯폐배지에는 이용 가능한 사료 가치가 남아있다(Williams et al., 2001).

또한, 맥주생산 과정 중에 발생하는 맥주박은 에너지가 높고 단백질, 필수아미노산 및 섬유소 함량이 높아 여러 축종에 걸쳐 사료적 가치가 있는 것으로 알려져 있다(Polan et al., 1985; Gondwe et al., 1999). 특히 bypass 단백질 비율이 높아 산유량, 유지방 및 증체량이 향상되어 반추가축의 사료로써 가치가 높은 것으로 평가되고 있다(Belibasakis and Tsirgogianni, 1996).

한편, 부산물은 수분함량이 높아 부패되기 쉽기 때문에 장기적으로 이용하는데 어려움이 있으므로 수분함량이 높은 버섯폐배지와 맥주박을 섬유질발효사료의 원료사료로 이용하여 가축의 성장단계에 필요한 영양소 수준을 맞추어 배합하여 사용한다면 사료가치 증가와 사료비 절감은 물론 가축의 생산성도 증대시킬 수 있을 것이다.

따라서 본 시험에서는 섬유질 발효사료에 버섯폐배지와 맥주박 수준을 달리 첨가하여, 육성기 거세흑염소의 생산성과 영양소 이용율에 미치는 영향을 조사하여 육성기 거세흑염소의 사료로써 버섯폐배지와 맥주박의 사료가치를 평가하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

공시축은 증체량 조사를 위한 사양시험에서는 평균체중

이 19.68 ± 0.08 kg인 거세흑염소를 20두 공시하여 개방식 흑염소사에서 5두씩 군사하여 실시하였다. 소화율 시험에서는 평균체중이 20.65 ± 0.82 kg인 거세흑염소 12두를 공시하여 개체별 대사 케이지에 수용하였으며, 시험사료는 1일 2회(09:00, 16:00)로 나누어 시험구의 섬유질 발효사료는 자유 채식토록 하였고 대조구의 시판사료는 체중의 1.5%로 제한급여 하였으며 볶짚은 자유채식토록 하였다. 물은 자유 급수하여 충분히 음수토록 하였다.

2. 시험사료 및 시험설계

버섯폐배지와 맥주박을 첨가한 섬유질 발효사료의 배합비는 Table 1과 같으며 시험사료의 일반조성분은 Table 2와 같다.

Table 1. Combination ratios of experimental diets fed by Korean black goats (% DM basis)

	T1	T2	T3
Brewer's grains. Wet	15	10	5
Spent mushroom substrates	25	30	35
Whole crop brley silage	10	10	10
Rice straw	14.0	12.4	10.7
Wheat bran	14	14	14
Rice bran	4	4	4
Corn	15.85	15.85	15.85
Soybean Meal	—	1.6	3.3
Vitaminmixture	0.05	0.05	0.05
Mineralmixture	0.1	0.1	0.1
Molasses	2	2	2
Total	100	100	100

Table 2. Chemical composition of experimental diets (% DM)

Items	Control		T1	T2	T3
	Rice straw	Concentrates			
Dry matter	88.00	90.00	64.6	63.5	63.1
	DM %				
Crude protein	3.69	18.05	10.95	10.93	10.97
ADF ¹⁾	48.95	16.18	33.78	34.95	36.08
NDF ²⁾	69.31	27.53	50.60	51.16	51.67
Ether extracts	1.04	3.33	4.11	3.93	3.77
Crude ash	8.88	4.05	5.82	5.84	5.82
NFC ³⁾	17.08	47.04	28.53	28.13	27.78

¹⁾ ADF = Acid detergent fiber, ²⁾ NDF = Neutral detergent fiber, ³⁾ NFC = Non-fibrous carbohydrate.

버섯폐배지의 종류는 팽이버섯(*Flammulium velutipes*) 폐배지를 이용했으며, 원료는 톱밥 대신 옥공이가 첨가되었고, 그 외 주원료는 면실피, 면실박, 비트펄프, 미강, 밀기울이 사용되었다. 맥주박과 버섯폐배지 첨가 비율은 각각 15와 25%(T1), 10과 30%(T2) 및 5와 35%(T3)로 하였으며, 대조구는 시판사료와 벳짚을 이용하였다. 시험사료의 제조는 처리구별 시험사료 배합비율에 따라 각각 혼합한 다음 7일간 발효과정을 거친 후 시험사료로 이용하였다.

소화율 시험의 시험설계는 처리구당 3두 반복으로 라틴방각법으로 실시하였고, 시험축은 20일 동안 시험사료에 적응기간을 거친 후, 10일간의 본 시험기간 동안 사료섭취량 및 분·뇨 배설량을 측정하였다. 증체조사를 위한 사양시험은 처리구당 5두씩 개방형 흑염소사에서 30일간 수행하였다.

3. 조사항목

(1) 사료 섭취량 및 체중

사료 섭취량은 급여한 사료와 섭취하고 남은 사료의 차이로 구하였으며, 잔량은 다음날 오전 사료 급여 전에 수거하여 측정하였고, 증체 조사를 위한 체중측정은 사양시험 개시 시와 종료 시 각각 아침사료 급여 전에 측정하였다.

(2) 사료의 화학적 분석 및 소화율 측정

사료의 일반성분은 AOAC(1995)법에 의해 분석하였고 ADF와 NDF 함량은 Goering과 Van Soest(1970)의 방법에 의해 분석하였다. 소화율은 섭취한 사료의 양과 배설한 분의 양을 채취하여 측정하였으며, 영양소 소화율은 [(사료중 포함된 영양소 함량 - 분중 포함된 영양소 함량)/사료중 포함된 영양소 함량] × 100으로 계산하였다.

(3) 분과 뇨 채취

소화율 시험에서 분은 본 실험기간 동안 매일 총 배설량

을 칭량하고 수거한 분을 잘 혼합한 후 이 중 10%를 채취하여 60℃ dry oven에서 48시간 건조한 후 중량을 측정, 환산하였으며 이들 일부는 Wiley mill의 40 mesh에서 분쇄하여 분석시료로 사용하였고, 뇨는 매일 용기에 5 N HCl을 투입하여 1일 배설량을 측정하고 이 중 10%를 채취하여, 뇨중 질소분석시까지 -20℃ 냉동고에 보관하였다.

4. 통계분석

본 실험의 결과는 SAS package program(version 8.1, USA, 2000)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리군의 평균간 비교는 Duncan's multiple range test(5% 수준)로 하였다(Steel and Torrie, 1980).

III. 결과 및 고찰

1. 증체량

버섯폐배지와 맥주박을 첨가한 섬유질 발효사료를 거세 흑염소에게 급여한 결과 증체에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 시험 개시 시 체중은 19.57~19.77 kg 이었고, 종료시 체중은 대조구가 21.87 kg, 시험구는 21.4~21.80 kg으로 유의적인 차이가 나지 않았다. 시험기간 30일 동안 총증체량과 일당증체량은 대조구와 T1구가 각각 2.13~2.30 kg, 71.11~76.67 g으로 T3구의 각각 1.63 kg와 54.44 g 보다 유의하게 높았다(p<0.05).

부산물을 흑염소에게 급여하여 생산성을 조사한 시험에서, 맥주박 첨가 비율이 다른 섬유질 배합사료를 흑염소에게 급여 시 일당증체량은 25 g 내외이며(Choi et al., 2006b), 맥주박, 비지, 버섯폐배지 및 미강 등을 혼합 급여 시에는 일당 증체량이 45~56 g으로 나타났다고 하여(Choi et al., 2012), 부산물의 종류와 배합비율 및 흑염소의 성장 단계에 따라 다양한 결과들이 보고되었으나, 부산물과 시

Table 3. The effects of total mixed fermentations on body weight gain of Korean black goats

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Initial body wt., kg	19.57	19.67	19.70	19.77	1.00
Final body wt., kg	21.87	21.80	21.43	21.40	0.92
Total body gain, kg	2.30 ^a	2.13 ^{ab}	1.73 ^{bc}	1.63 ^c	0.22
Average daily gain (g/day)	76.67 ^a	71.11 ^{ab}	57.78 ^{bc}	54.44 ^c	7.31

¹⁾ See Table 1, ²⁾ Standard error of the mean.

^{a, b, c} Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

판사료의 생산성 비교에서는 대부분 시판사료 급여 시 생산성이 높은 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2006a; Choi et al., 2012).

하지만 본 시험에서는 시판사료를 급여한 대조구와 맥주박과 버섯폐배지 첨가 비율이 각각 15와 25%인 T1구는 생산성에서 차이가 없었으며, 이러한 이유는 본 시험에 첨가된 맥주박의 비율이 5~15% 수준으로 낮아 맥주박의 쓴맛이 나는 호프의 함량이 낮았고, 다른 단미사료의 배합과 발효로 인해 맥주박 호프의 쓴맛이 상쇄되어 기호성과 섭취량이 증가되었기 때문이며(Table 4), 또한 발효사료에 적절한 맥주박 첨가는 일당증체량과 사료효율을 개선시킨다고 하여(Hatch et al., 1972), 본 시험에서도 맥주박의 첨가로 인해 사료가치를 향상시켜 흑염소의 생산성을 증대시킨 것으로 사료된다.

2. 영양소 및 가소화 영양소 섭취량

버섯폐배지와 맥주박을 첨가한 섬유질 발효사료를 거세 흑염소에게 급여하였을 때 영양소 섭취량과 가소화영양소 섭취량에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

1일 두당 건물섭취량과 유기물섭취량은 맥주박을 10~

15%, 버섯폐배지를 25~30% 첨가한 T1과 T2구가 시판사료와 볏짚을 급여한 대조구 보다 유의하게 높은 섭취량을 보였으며($p<0.05$), 1일 가소화 건물과 유기물 섭취량에서는 맥주박을 15%, 버섯폐배지를 25% 첨가한 T1구가 각각 409와 401 g으로 가장 높은 섭취량을 보였다($p<0.05$). 조단백질과 가소화 조단백질 섭취량은 T1구가 각각 71.8과 49.8 g으로 가장 높았고 대조구가 각각 56.88과 38.65 g으로 가장 낮았다($p<0.05$). 섬유소(ADF, NDF) 섭취량은 건물섭취량과 비슷하게 섬유질 발효사료 시험구가 대조구 보다 높은 경향으로 나타났으며, 가소화 섬유소(ADF, NDF) 섭취량 또한 이와 유사한 경향으로 대조구가 가장 낮게 나타났다($p<0.05$).

대사 체중당 건물 섭취량은 버섯폐배지와 맥주박을 첨가한 섬유질 발효사료가 61.51~67.52 g으로 대조구의 57.46 g 보다 섭취량이 높았으며, 섬유질 발효사료구간에는 T1구가 가장 높게 나타났으며($p<0.05$). 체중에 대한 건물섭취비율은 T1과 T2구가 각각 3.17과 2.97%로 대조구의 2.69% 보다 유의하게 높았다($p<0.05$).

본 시험에서 대사체중 당 건물 섭취량은 시판사료를 급여한 대조구(57.46 g) 보다 섬유질 발효사료 처리구(61.51~67.52 g)가 높게 나타났으며, 이러한 결과는 맥주박을 20~

Table 4. The effects of total mixed fermentations on nutrient intake and digestible nutrient intake in Korean black goats

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Intake(g/d)					
Dry matter	557.77 ^c	655.67 ^a	610.00 ^b	594.44 ^{bc}	21.35
Organic matter	520.45 ^c	617.51 ^a	574.38 ^b	559.85 ^b	20.10
Crude protein	56.88 ^c	71.80 ^a	66.67 ^b	65.21 ^b	2.47
ADF ³⁾	190.20 ^b	221.48 ^a	213.20 ^a	214.48 ^a	7.21
NDF ⁴⁾	278.16 ^b	312.46 ^a	293.85 ^{ab}	289.27 ^b	10.10
Digestible nutrient Intake(g/d)					
Dry matter	353.43 ^{bc}	409.00 ^a	361.67 ^b	335.21 ^c	12.78
Organic matter	339.45 ^{bc}	401.51 ^a	359.71 ^b	330.27 ^c	14.23
Crude protein	38.65 ^c	49.80 ^a	44.53 ^b	42.21 ^b	1.53
ADF	85.86 ^b	108.48 ^a	97.86 ^{ab}	92.14 ^b	7.83
NDF	149.50 ^b	180.46 ^a	160.18 ^b	152.94 ^b	9.36
DM Intake, g/kg of BW ^{0.75}	57.46 ^c	67.52 ^a	63.21 ^b	61.51 ^b	1.86
DM Intake/BW(%)	2.69 ^c	3.17 ^a	2.97 ^{ab}	2.89 ^{bc}	0.10

¹⁾ See Table 1, ²⁾ Standard error of the mean, ³⁾ ADF = Acid detergent fiber, ⁴⁾ NDF = Neutral detergent fiber.

^{a, b, c} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

30% 첨가한 섬유질 배합사료를 번식흑염소 급여 시 시판 사료 보다 섭취량이 높은 결과(Choi et al., 2006a)와 일치하였다.

일반적으로 건물 섭취량은 사료의 기호성과 밀접하게 관련되어 있으며, 여러 가지 단미사료를 배합한 섬유질 배합 사료가 기호성이 증대되었음을 시사하며, 또한 섬유질 배합 사료는 반추위내 성장을 안정화시켜 사료섭취량이 높아진다(McGilliard et al., 1983)는 보고와 유사한 결과를 보였다.

또한, 버섯폐배지는 높은 섬유소 함량과 버섯 특유의 냄새로 인해 반추가축의 조사료로 이용하기에는 기호성이 낮은 것으로 알려져 있으나, Jugdder et al.(2009)은 발효를 통해 버섯폐배지의 기호성이 개선되었다고 보고하였다. 본 시험에서도 버섯폐배지를 35% 첨가한 T3구(594 g)의 건물 섭취량은 볏짚을 급여한 대조구(557 g) 보다 높은 섭취량을 나타내어 발효와 여러 가지 단미사료 배합으로 버섯폐배지의 낮은 기호성이 향상되어 버섯폐배지의 이용성을 높일 수 있음을 시사하였다.

한편, NRC(1981)에서는 체중 20 kg인 흑염소의 집약관리를 위한 1일 가소화 조단백질은 32 g이며, 일당 증체량 50 g을 충족시키기 위한 가소화 조단백질은 10 g이 추가로 요구된다고 제시하고 있다. 본 시험에서 섬유질 발효사료구의 가소화 조단백질 섭취량은 42.2~49.8 g 범위이며, 사양 시험을 통한 일당 증체량은 54.4~71.1 g(Table 3) 으로 나타나 NRC 제시와 일치하는 결과로 나타났다.

3. 영양소 소화율

버섯폐배지와 맥주박을 첨가한 섬유질 발효사료를 거세 흑염소에게 급여하였을 때 영양소 소화율에 미치는 영향은

Table 5와 같다.

건물소화율과 유기물소화율은 대조구와 T1구가 각각 62.39~63.39%와 65.02~65.25%로 T3구의 각각 56.39와 59.01% 보다 유의하게 높게 나타났으며($p<0.05$), 조단백질 소화율은 T1구가 T2와 T3구에 비해 높은 소화율을 보였다($p<0.05$). ADF와 NDF 소화율은 T1구 > T2구 > 대조구 > T3구 순으로 나타났다. 조지방 소화율과 NFC 소화율은 각각 67.47~70.08과 82.71~84.00% 범위로 대조구와 섬유질 발효사료구간 차이가 나타나지 않았다.

Van Soest(1994)는 사료 섭취량이 낮을수록 소화관 내 사료가 체류하는 시간이 길어지게 되어 사료 분해 흡수가 증가됨으로써 사료 섭취량과 소화율은 부의 상관 관계를 보여 준다고 보고하여, 본 시험에서도 대조구에서 사료 섭취량은 낮았으나 건물 소화율이 높았던 이유로 사료된다(Table 4). 한편, 사료 섭취량이 가장 많았던 T1의 소화율이 높았던 것은 균형된 조사료와 농후사료 섭취를 유도할 수 있었던 섬유질 발효사료 형태로 급여하여 반추위내 발효를 안정시켜 소화율을 향상시켰기 때문이다(Nocek et al., 1985).

버섯 성장에 이용되는 배지의 영양소는 20%에 불과하기 때문에 버섯폐배지는 이용 가능한 사료원이 많이 남아있다(Williams et al., 2001). 하지만 버섯배지는 반추위내에서 미분해 비율이 높은 섬유소 함량이 높은 것으로 알려져(Kim et al., 2007), 반추가축의 사료로 이용시에 제약 요인으로 작용한다. 본 시험에서도 섬유질 발효사료군에서 버섯폐배지 첨가 비율이 높을수록 ADF 함량이 높아졌으며(Table 2), 결과적으로 버섯폐배지 비율이 30과 35% 첨가된 T2와 T3구의 소화율이 감소된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 ADF 함량이 높을수록 소화율은 낮아진다는(Van

Table 5. The effects of total mixed fermentations on digestibilities of nutrients in Korean black goats

Digestibility	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Dry matter	63.39 ^a	62.39 ^a	59.29 ^b	56.39 ^c	1.27
Organic matter	65.25 ^a	65.02 ^a	62.62 ^a	59.01 ^b	1.86
Crude protein	67.98 ^{ab}	69.37 ^a	66.80 ^b	64.72 ^c	0.81
ADF ³⁾	45.14 ^{ab}	48.97 ^a	45.90 ^{ab}	42.83 ^b	2.59
NDF ⁴⁾	53.77 ^b	57.76 ^a	54.51 ^{ab}	52.77 ^b	1.97
Ether extracts	70.08	69.95	67.47	67.58	1.44
NFC ⁵⁾	83.15	84.00	82.97	82.71	0.85

¹⁾ See Table 1, ²⁾ Standard error of the mean, ³⁾ ADF = Acid detergent fiber, ⁴⁾ NDF = Neutral detergent fiber,

⁵⁾ NFC = Non-fibrous carbohydrate.

^{a, b, c} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

Soest, 1994) 보고와도 일치하였다.

4. 질소축적

버섯폐배지와 맥주박을 첨가한 섬유질 발효사료를 거세 흑염소에게 급여하였을 때 질소축적에 미치는 영향은 Table 6과 같다.

질소섭취량은 섬유질 발효사료구간이 10.43~11.49 g의 범위로 대조구보다 유의하게 높았으며, 섬유질 발효사료구간에는 T1이 11.49 g으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 분과뇨를 통한 배출 질소량에서도 섬유질 발효사료구간이 각각 3.52~3.68과 3.08~3.17 g으로 대조구의 각각 2.92와 2.47 g보다 높게 나타났다($p<0.05$).

한편, 질소축적량은 T1구가 4.89 g으로 가장 높았고($p<0.05$), 질소축적율은 T1구와 대조구가 각각 42.59와 40.82%로 T2와 T3구 보다 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

체내 질소축적을 위한 1일 최소 질소섭취량은 체중 kg당 0.26 g 이상 이라고 보고하였는데(Boutouba et al., 1990), 본 시험에는 0.46~0.57 g으로 나타나 모든 구에서 최소 질소섭취량 이상 섭취하였으며, 특히 건물 섭취량이 높았던 섬유질 발효사료구에서 높은 질소 섭취량을 보여, 질소 섭취량은 건물 섭취량에 비례한다는 보고(Jia et al., 1995)와 일치하였다.

한편, 질소 섭취량이 증가될수록 분과뇨로 배출되는 질소량도 증가되어(Osuagwuh and Akinsoyinu, 1990) 질소 섭취량이 높았던 섬유질 발효사료구에서 배출되는 질소량이 높게 나타났으며, 질소 섭취량이 가장 높았던 T1구가 질소축적량에서도 가장 높게 나타나 Lallo(1996)가 보고한 질소축적량과 질소 섭취량은 밀접한 상관관계가 있다는 내용과 비슷한 결과를 나타내었다.

이상의 결과를 종합하면 육성기 거세흑염소 사료로써 섬유질 발효사료에 버섯폐배지와 맥주박의 첨가가 관행구에 비하여 대등한 생산성과 영양소 이용율을 보였다. 그러나 버섯폐배지의 첨가 비율이 높아질수록 흑염소의 생산성 저하가 우려되므로 버섯폐배지 첨가는 25~30% 수준으로 배합하는 것이 필요하다고 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 버섯폐배지와 맥주박을 이용한 섬유질 발효사료의 급여효과를 알아보기 위해 흑염소의 생산성과 영양소 이용율을 조사하였다. 증체조사를 위한 사양 시험은 거세 흑염소 20두를 이용하여 처리구당 5두씩 30일간 수행하였고, 소화율 시험은 거세흑염소 12두를 공시하여 처리구당 3두씩 라틴방각법으로 실시하여, 처리구는 대조구(배합사료 및 볶짚 급여구)와 3개의 시험구(버섯폐배지, 맥주박 비율이 각각 15와 25%(T1), 10과 30%(T2) 및 5와 35%(T3))로 각각 배치하였다. 일당증체량은 대조구와 T1구가 T3구 보다 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 1일 두당 건물섭취량과 유기물섭취량은 T1과 T2구가 대조구 보다 유의하게 높은 섭취량을 보였다($p<0.05$). 건물소화율과 유기물소화율은 대조구와 T1구가 각각 62.39~63.39%와 65.02~65.25%로 T3구의 각각 56.39와 59.01% 보다 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 질소축적량은 T1구가 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 따라서, 본 연구의 결과 버섯폐배지와 맥주박을 이용한 섬유질 발효사료는 시판사료를 급여한 대조구와 대등한 생산성과 영양소 이용율을 보였다. 그러나 버섯폐배지의 첨가 비율이 높아질수록 흑염소의 생산성 저하가 우려되므로 버섯폐배지 첨가는 25~30% 수준으로 배합하는 것이 필요하다고 판단된다.

Table 6. The effects of total mixed fermentations on Nitrogen retention of Korean black goats

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Total N Intake (g/day)	9.10 ^c	11.49 ^a	10.67 ^b	10.43 ^b	0.39
Fecal N Loss (g/day)	2.92 ^b	3.52 ^a	3.54 ^a	3.68 ^a	0.18
Urinary N Loss (g/day)	2.47 ^b	3.08 ^a	3.17 ^a	3.10 ^a	0.18
Nitrogen retention (g/day)	3.72 ^b	4.89 ^a	3.96 ^b	3.65 ^b	0.26
Nitrogen retention (%)	40.82 ^a	42.59 ^a	37.11 ^b	34.95 ^b	1.71

¹⁾ See Table 1, ²⁾ Standard error of the mean.

^{a, b, c} Means in a row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

V. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Belibasakis, N.G. and Tsirgogianni, D. 1996. Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Animal Feed Science and Technology* 57:175-181.
- Boutouba, A., Holechek, J.L., Galyean, M.L., Nunez-Hernandez, G. and Wallace, M.C. 1990. Influence of two native shrubs on goat nitrogen status. *Journal of Range Management*. 43:530-534.
- Choi, S.H., Hwangbo, S., Kim, S.W., Sang, B.D., Kim, Y.K. and Jo, I.H. 2006a. Effects of total mixed ration with wet brewer's grain on nutrient utilization in breeding Korean native goats. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26: 147-154.
- Choi, S.H., Hwangbo, S., Kim, S.W., Sang, B.D., Kim, Y.K. and Jo, I.H. 2006b. Effects of total mixed ration with wet brewer's grain on the performance and nutrient utilization in castrated Korean native goats. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26:199-206.
- Choi, S.H., Hwangbo, S., Kim, S.W., Cho, Y.M., Yoo, Y.H., Kim, T.I., Kim, M.J., Lee, S.M., Choi, C.W., Seo, B.B., Jo, I.H. and Hong, S.G. 2012. Effects of fermented feed with agricultural by-products on the growth performance and nutrients utilization in fattening Korean Black goats. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32:49-58.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.K. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379: Washington, D.C.
- Gondwe, T.N.P., Mtimuni, J.P. and Safalaoh, A.C.L. 1999. Evaluation of brewery by-products replacing vitamin premix in broiler finisher diets. *Indian Journal of Animal Science*. 69:347-349.
- Hatch, C.F., Perry, T.W., Mohler, M.T. and Beeson, W.M. 1972. Effect of corn distillers solubles and brewers dried grains with yeast in urea-containing rations on steer performance. *Journal of Animal Science*. 34:326-331.
- Jia, Z.H., Sahl, T., Fernandez, J.M., Hart, S.P. and The, T.H. 1995. Effects of dietary protein level on performance of Angora and cashmere-producing Spanish goats. *Small Ruminant Research*. 16:113-119.
- Jugdder, S., Ji, B.J., Jin, G.L., Choi, S.H. and Song, M.K. 2009. Effects of dietary replacement of rice straw with fermented spent mushroom (*Flammuliuva velutipes*) compost on availability of feeds in sheep, and growth performance of Hanwoo steers. *Journal of Animal Science and Technology*. (Kor.). 51:241-248.
- Kim, Y.I., Bae, J.S., Jung, S.H., Ahn, M.H. and Kwak, W.S. 2007. Yield and physicochemical characteristics of spent mushroom (*Pleurotus ryngii*, *Pleurotus osteratus* and *Ammulina velutipes*) substrates according to mushroom species and cultivation types. *Journal of Animal Science and Technology*. (Kor.). 49:79-88.
- Lallo, C.H.O. 1996. Feed intake and nitrogen utilization by growing goats fed by-product based diets of different protein and energy levels. *Small Ruminant Research*. 22:193-204.
- Malau-Aduli, B.S., Eduvie, L., Lakpini, C. and Malau-Aduli, A.E.O. 2003. Chemical compositions, feed intakes and digestibilities of crop residue based rations in non-lactating Red Sokoto goats in the subhumid zone of Nigeria. *Journal of Animal Science*. 74: 89-94.
- McGilliard, M.L., Swisher, J.M. and James, R.E. 1983. Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. *Journal of Animal Science*. 66:1084-1093.
- Nocek, J.E., Steele, R.L. and Braund, D.G. 1985. Effect of mixed ration nutrient density on milk of cows transferred from high production group. *Journal of Dairy Science*. 68:133-139.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of goats, National academy of sciences - National research council, Washington D.C.
- Osuguwu, A.I.A. and Akinsoyinu, A.O. 1990. Efficiency of nitrogen utilization by pregnant West African dwarf goats fed various levels of crude protein in the diet. *Small Ruminant Research*. 3:363-371.
- Polan, C.E., Herrington, T.A., Wark, W.A. and Armentano, L.E. 1985. Milk production response to diets supplemented with dried brewers grains, wet brewers grains, or soybean meal. *Journal of Dairy Science*. 68:2016-2026.
- SAS. 2000 SAS/STAT® User's guide (Release 8.1 ed.). Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach (2nd Ed.). McGraw-Hill Bok Co., New York.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Williams, B.S., McMullan, J.T. and Mccahey, S. 2001. An initial assesment of spent mushroom compost as a potential energy feedstock. *Bioresource Technology*. 79:227-230.

(Received January 10, 2014 / Revised February 6, 2014 / Accepted February 8, 2014)