

폭으로 상승하고 있다. 국내 축산업은 사료생산기반이 취약하여 배합사료 원료뿐만 아니라 조사료도 수입하여 가축을 사육하고 있어 축산물 생산비가 높아 무한 경쟁시대의 국내 축산업의 경쟁력 제고에 큰 장애요인이 되고 있다.

이러한 어려움을 해결하기 위해 가축사육 농가에서는 사료비 절감방안으로 농업부산물을 사료화하여 가축에 급여하는 추세가 증가하고 있으며, 연구분야에서도 농업부산물의 사료가치 및 이용성에 대한 연구(Lee et al., 2003; Kim et al., 2007; Lee, 2008)가 지속적으로 수행되고 있다.

국내 농산부산물 중에 버섯부산물, 맥주박, 비지, 미강 등이 사료원료로 많이 이용되고 있으며, 특히 맥주박은 에너지가 높고 단백질과 섬유소 함량이 높아 사료적인 가치가 높은 것으로 보고되었으며(Gondwe et al., 1999), 맥주박의 단백질은 반추위 우회 단백질 비율이 높아(Polan et al., 1985) 맥주박을 젖소에 급여할 경우 산유량과 유지방 등이 증가한다고 보고하였다(Belibasakis and Tsigogianni, 1996).

또한, 국내 버섯부산물 생산량은 약 167만 톤(Kim et al., 2007)정도이며, 영양성분 함량은 NDF 65~79%, CP 8~12%, 조회분 6~12% 정도로 사료자원으로 가치가 있으나, 수분함량이 60% 이상으로 보관 중 곰팡이와 세균에 의한 변질 부패가 쉽게 될 수 있어 사료 제조과정에서 발효화 처리가 필요하며, 적정 저장기간 설정이 중요하다고 보고되고 있다(West et al., 1994). 이러한 농산부산물을 효율적으로 가축에 이용한다면 사료비 절감은 물론 수입 곡물사료 절감과 가축생산성을 증대시킬 수 있을 것이다.

따라서 본시험은 농산부산물을 발효사료로 제조하여 흑염소에 급여하였을 때 생산성 및 영양소 이용율을 조사하여 에너지원으로 수입 옥수수 대신 미강의 대체 효과와 맥주박, 비지, 버섯부산물 등과 같은 농산부산물의 급여효과를 알아보고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시축 및 사양관리

본 시험은 전북 남원에 위치한 국립축산과학원 가축유전자원시험장에서 실시하였다. 사양시험의 공시가축은 체중이 25.8 ± 1.72 kg인 거세 흑염소 24두, 소화율 시험은 평균체중이 28.4 ± 1.33 kg인 거세흑염소 12두를 공시하여 개체별 대사 케이지에 수용하여 실시하였으며, 시험 및 대조구의 시판사료는 1일 2회(09:00, 16:00)로 나누어 체중의 2.0%(건물기준)로 제한 급여하였고, 볶짚은 자유채식토록 하였으며 물은 자유 급수하여 충분히 음수토록 하였다.

2. 시험설계 및 시험사료 제조

본 시험의 처리는 농산부산물인 맥주박, 비지, 버섯부산물, 미강 등을 주원료로 하여 배합비를 각각 달리 제조한 3처리와 시판사료 급여구인 대조구 나누어 4처리로 하였으며, 시험사료 제조는 처리구별 시험사료 배합비율에 따라 각각 혼합한 후 소형발효기(대동테크, DDK-802M)를 이용하여 균일하게 배합한 후 80kg용 플라스틱 용기에 7일간 실온에서 밀봉저장 후 시험사료로 이용하였다(RDA, 2007). 본 시험에 사용된 농산부산물사료 배합비율은 Table 1과 같으며 시험사료의 일반조성분은 Table 2와 같다.

증체조사를 위한 사양시험은 처리구당 6두씩 30일 수행하였고, 소화율 시험은 한 처리구당 triplicated 4×4 라틴방각법으로 실시하여 각 period는 총 30일이 소요되었고, 사료적응기간을 포함해 20일 동안의 예비시험기간을 거친 후, 10일간의 본 시험기간 동안 사료섭취량 및 분·뇨 배설량을 매일 측정하였다.

Table 1. Experimental concentrates formula of feeds (% DM)

	T1	T2	T3
Ingredients (%)			
Corn	34.6	27.0	21.0
Brewers grains, Wet	15.0	15.0	15.0
Soybean curd residue	10.0	9.3	7.2
Spent mushroom substrates	15.0	15.0	15.0
Rice bran	10.0	20.0	30.0
Soybean	8.4	6.7	4.8
Sesame meal	5.0	5.0	5.0
Molasses	2.0	2.0	2.0
Total	100	100	100

3. 조사항목

1) 사료 섭취량 및 체중

사료 섭취량은 급여한 사료와 섭취하고 남은 사료의 차이로 구하였으며, 증체 조사를 위한 체중측정은 사양시험 개시 및 종료 시 각각 아침사료 급여 전에 측정하였다.

2) 시료의 화학적 분석 및 소화율 측정

시료의 일반성분과 뇨 중 질소는 A.O.A.C (1995)법에 의해 분석하였고 ADF와 NDF 함량

은 Van Soest 등 (1991)의 방법에 의해 분석하였다. 소화율은 섭취한 사료의 양과 배설한 분의 양을 채취하여 측정하였으며, 영양소 소화율은 [(사료 중 포함된 영양소 함량 - 분 중 포함된 영양소 함량)/사료 중 포함된 영양소 함량] × 100으로 계산하였다.

3) 분과 뇨 채취

소화율 시험에서 분은 본 실험 10일 동안 매일 총 배설량을 칭량하고 수거한 분을 잘 혼합한 후 이 중 10%를 채취하여 60℃ dry oven에서 48시간 건조한 후 중량을 측정, 건조중량으로 환산하였으며 이들 일부는 Wiley mill의 40 mesh에서 분쇄하여 분석시료로 사용하였고, 뇨는 질소(N) 손실 방지를 위해 용기에 5N HCl을 투입하여 1일 배설량을 매일 측정하고 이 중 10%를 채취하여, 뇨 중 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% 유의수준)로 하였다 (Steel과 Torrie, 1980).

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

Items	Control	T1	T2	T3	Rice straw
Dry matter	92.0	65.0	64.8	63.8	87.0
Crude protein	18.08	18.71	18.47	18.14	3.45
ADF ¹⁾	28.36	25.36	26.27	26.50	37.53
NDF ²⁾	31.27	31.72	32.07	32.49	58.37
Ether extracts	3.39	3.16	4.94	6.92	1.27
Crude ash	4.04	4.57	4.69	4.09	9.58
NFC ³⁾	43.22	41.84	39.83	38.36	27.33

¹⁾ ADF = Acid detergent fiber, ²⁾ NDF = Neutral detergent fiber,

³⁾ NFC = Non-fibrous carbohydrate (100-crude protein-NDF-ether extracts-crude ash).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 증체량

농산부산물 첨가 발효사료를 흑염소에게 급여한 결과 증체와 사료효율에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 시험 개시 시 체중은 25.35~26.45 kg 이었고, 종료 시 체중은 대조구가 28.31 kg으로 나타나 농산부산물 첨가구의 26.71~27.51 kg 보다는 높은 경향이였다. 일당증체량은 대조구가 62.22 g으로 가장 높았고, T1과 T2구가 각각 56.11과 53.61 g 이었고, T3구가 45.27g으로 가장 낮았다 ($p<0.05$).

본 시험에서 농산부산물 시험구의 일당증체량은 45.27~56.11 g으로 나타나, 맥주박을 20~40% 첨가한 TMR 사료를 거세흑염소에게 급여 시 일당증체량이 25.2~25.7 g (Choi et al., 2006b) 보다는 높은 증체를 보였다. 이는 맥주박에 silica와 같은 분해가 잘되지 않는 물질이 다량 함유되어 있기 때문에 (Macleod, 1979) 이용효율이 낮은 맥주박의 급여 비율이 본 시험에서 15%로 낮았기 때문으로 사료되며, 이러한 결과는 맥주박 첨가를 35% 수준으로 면양에게 급여하였을 때 알팔파(17.3%), 땅콩박(16.8%) 및 대두박(6.6%)을 급여한 대조구 보다 사료효율과 증체가 유의하게 낮았다 (McCarthy et al.,

1990)는 보고와 일치하였다. 또한, Jo 등 (1999)은 미강 첨가비율이 30%인 농산부산물을 흑염소에게 급여 시 일당증체량이 최대 30.8 g 이었다는 결과보다는 높게 나타났다. 이와 같이 농산부산물 급여시험의 다양한 연구 결과는 첨가비율, 다른 단미사료와의 배합비 및 시험사료의 일반조성분 등의 요인들이 영향을 끼친 것으로 사료된다.

한편, 본시험에서 농산부산물을 50~59.3% 첨가(맥주박 15%, 버섯부산물 15%, 비지 9.3~10%, 미강을 10~20%)한 T1과 2구의 일당증체량은 시판사료를 급여한 대조구 대비 86.2~90.2% 수준으로 T3구의 72.8% 수준보다는 높게 나타나, 농산부산물의 적절한 이용은 농산부산물의 이용효율 증대 효과가 있음을 시사하였다.

2. 영양소 및 가소화 영양소 섭취량

농산부산물 첨가 발효사료를 흑염소에게 급여하였을 때 영양소 섭취량과 가소화영양소 섭취량에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

1일 두당 건물섭취량과 유기물섭취량은 시판사료를 급여한 대조구가 각각 718.8과 680.9 g, 농산부산물 첨가구가 각각 634.2~699.2와 602.8~660.4 g으로 나타나 농산부산물 중 미강 첨가

Table 3. The effects of feeding experimental diets on body weight gain of Korean black goats

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Initial body wt., kg	26.45	25.83	25.67	25.35	1.87
Final body wt., kg	28.31	27.51	27.28	26.71	1.92
Total body gain, kg	1.86 ^a	1.68 ^b	1.60 ^b	1.35 ^c	0.15
Average daily gain (g/day)	62.22 ^a	56.11 ^b	53.61 ^b	45.27 ^c	5.03

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

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

Table 4. The effects of feeding experimental diets 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	718.8	699.2	663.0	634.2	50.8
Organic matter	680.9	660.4	627.0	602.8	48.1
Crude protein	106.4	109.7	107.2	100.5	8.62
ADF ³⁾	218.6 ^a	194.1 ^{ab}	185.6 ^b	178.9 ^b	14.0
NDF ⁴⁾	268.2 ^a	258.6 ^{ab}	239.4 ^{ab}	231.5 ^b	17.9
Ether extracts	21.0 ^c	19.5 ^c	30.1 ^b	44.26 ^a	2.39
NFC ⁵⁾	285.2 ^a	272.5 ^a	250.2 ^{ab}	226.4 ^b	19.5
Digestible nutrient Intake (g/d)					
Dry matter	486.0 ^a	433.5 ^a	417.6 ^a	342.2 ^b	35.7
Organic matter	502.8 ^a	455.9 ^a	435.3 ^{ab}	371.3 ^b	34.6
Crude protein	75.0	76.1	73.1	61.8	9.05
ADF	100.6 ^a	83.4 ^{ab}	72.2 ^{bc}	56.8 ^c	10.5
NDF	180.9 ^a	144.4 ^b	131.8 ^b	93.6 ^c	13.7
Ether extracts	16.3 ^c	13.4 ^c	21.0 ^b	29.9 ^a	1.91
NFC	230.5 ^a	221.9 ^a	209.3 ^{ab}	186.0 ^b	14.3
DM Intake, g/kg of BW ^{0.75}	57.3 ^a	56.0 ^a	52.7 ^b	51.6 ^b	1.16
DM Intake/BW (%)	2.47	2.41	2.32	2.29	0.09

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 ($p < 0.05$).

구가 높을수록 섭취량이 낮아지는 경향으로 나타났다. 조단백질 섭취량은 100.5~109.7 g의 범위로 나타나 시험구간 차이가 없었다. ADF, NDF 및 NFC 섭취량은 대조구가 각각 218.6, 268.2와 285.2 g으로 가장 높았으며 ($p < 0.05$), 미강을 30% 첨가한 T3구가 178.9, 231.5과 226.4 g으로 가장 낮았다 ($p < 0.05$). 그러나 조지방 섭취량은 T3 구가 44.26 g으로 가장 높았고, 대조구와 T1구가 각각 21과 19.5 g으로 가장 낮았다 ($p < 0.05$).

1일 가소화 건물과 유기물 섭취량은 T3구에 비하여 대조구와 T1구가 유의하게 높았으며 ($p < 0.05$), 가소화 조단백질 섭취량은 시험구간 차이가 없었다. 가소화 ADF, NDF 및 NFC 섭취량은 대조구와 T1구가 T3구 보다 유의하게 높았으며 ($p < 0.05$), 가소화 조지방 섭취량은 이와는 반대로 T3구가 가장 높았다 ($p < 0.05$). 한편, 대사체중 당 건물섭취량은 대조구와 T1구가 각각 57.3과 56 g으로 T2와 T3구의 각각 52.7과 51.6 g 보다는 유의하게 높았다 ($p < 0.05$).

체중에 대한 건물섭취비율은 2.29~2.47%의 범위로 시험구간 차이가 없었으나 대사체중 당 건물섭취량과 유사한 경향이였다.

NRC (1981)에서는 체중 30 kg인 흑염소의 유지(중활동)를 위한 1일 가소화 조단백질은 52 g이며, 일당 증체량 50 g을 충족시키기 위한 가소화 조단백질은 10 g이 추가로 요구된다고 제시하고 있다. 본 시험에서 가소화 조단백질 섭취량은 61.8~76.1 g 범위이며, 사양시험을 통한 일당 증체량은 45.27~62.22 g (Table 3)으로 나타나 NRC 제시와 일치하는 결과로 나타났다.

한편, 맥주박은 반추위내 분해되지 않는 우회 단백질 비율이 높아 (Polan et al., 1985) 비육우 (Hathch et al., 1972) 뿐만 아니라 젖소의 산유량 및 유지방 향상에 도움이 된다고 보고하여 (Belibasakis and Tsirgogianni, 1996; Chiou et al., 1998) 반추가축의 단백질 공급원으로 우수함이 보고되어 왔다. 본 시험사료에 단백질 공급원으로 24.3~25% 배합된 맥주박과 비지는 대조구와 가소화 조단백질 섭취량 비교 시 뒤떨어지지 않는 것으로 나타나 시판사료의 대체 가능성을 높이 시사하였다.

또한, 대사 체중 당 건물섭취량은 성장단계,

성별 등 여러 가지 요인에 의해 달리 나타나는 데, 농산부산물 급여 시 번식흑염소는 44.3~50.3 g (Choi et al., 2006a), 육성기 거세흑염소는 62.4~68.8 g (Choi et al., 2006b), 임신한 아프리카 염소에게 타피오카와 맥주박을 급여 시에는 45.7~61.7g (Osugwuh and Akinsoyinu, 1990)으로 다양한 섭취량을 보고하였다. 본 시험에서 농산물 발효사료 급여구가 51.6~56 g으로 나타나 비육단계의 흑염소의 섭취량을 충분히 충족한 것으로 나타났으며, 특히 농산부산물을 50% (맥주박 15%, 비지 10%, 버섯배지 15%, 미강 10 %) 첨가한 T1구는 시판사료를 급여한 대조구와 대등한 섭취량을 나타내어 다양한 농산부산물 배합과 발효는 기호성을 개선하여 높은 섭취량을 나타낸 것으로 사료된다.

3. 영양소 소화율

농산부산물 첨가 발효사료를 흑염소에게 급여하였을 때 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 5와 같다.

건물과 유기물 소화율은 대조구가 각각 67.60%와 73.84%로 농산부산물 첨가구보다 유의하게

Table 5. The effects of feeding experimental diets on the nutrient digestibility of Korean black goat (%)

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Dry matter	67.60 ^a	61.99 ^b	62.94 ^b	53.95 ^c	1.67
Organic matter	73.84 ^a	69.04 ^b	69.46 ^b	61.58 ^c	1.60
Crude protein	70.45 ^a	69.43 ^a	67.63 ^{ab}	61.46 ^b	3.91
ADF ³⁾	46.03 ^a	43.01 ^a	38.99 ^{ab}	31.73 ^b	4.97
NDF ⁴⁾	67.44 ^a	55.86 ^b	54.98 ^b	40.35 ^c	3.46
Ether extracts	78.06 ^a	69.03 ^b	69.82 ^b	67.66 ^b	2.14
NFC ⁵⁾	80.80	81.39	84.07	82.14	3.17

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).

높았고, 시험구간에는 미강을 30% 첨가한 T3구가 각각 53.95와 61.58%로 가장 낮았다 ($p < 0.05$). 조단백질 소화율은 T1과 T2구가 각각 69.43과 67.63%로 대조구의 70.45%와 유의적 차이가 없었으며, 섬유소 소화율은 농산부산물 중 미강 첨가비율이 높을수록 유의하게 낮아져 미강 비율이 30%인 T3구가 가장 낮았다 ($p < 0.05$). 조지방 소화율에서도 대조구가 가장 높았으나 ($p < 0.05$), NFC 소화율은 80.80~84.07%의 범위로 나타나 시험구간 차이가 없었다.

본 결과에서 농산부산물 발효사료 시험구의 건물소화율이 53.95~61.99%의 범위로 나타나, Jo 등 (1999)이 보고한 흑염소에게 미강 등의 농산부산물을 급여 시 건물 소화율이 43.1~71.6%이었으며, 맥주박 등의 농산부산물의 건물 소화율은 번식흑염소는 57.3~60.1 (Choi et al., 2006a), 육성기 흑염소는 55.59~58.58%이었다는 (Choi et al., 2006b) 결과와 유사하였다.

한편, 섭취 사료 중 전분 함량이 높을 때 반추위 이용률이 높아져 생산성이 높아지며 (Mahgoub et al., 2000; Haddad, 2005), 반추위에서 빨리 분해되는 탄수화물의 함량이 많을 때 반추위내 발효 효율이 향상되어 소화율이 높아진다 (Beever et al., 1990)고 하였다. 본 시험에서도 NFC 함량이 높고 (Table 2), 섭취 및 가소화 NFC 섭취량이 높은 (Table 4) 시험구일수록 발효효율이 향상되어 영양소 소화율도 높게 나타난 것으로 사료된다.

또한, 반추가축에게 지방함량이 높은 사료 급여는 반추위내에서 가수분해된 long chain fatty acids가 섬유소 분해 박테리아의 활성을 저해하며 (Maczulak et al., 1981), 특히, 사료에 조지방 함량이 5% 이상일 때 섬유소를 피복하여 섬유소 소화율이 저하하여 (Palmquist and Jenkins, 1980), 반추위 발효여건에 악영향을 미쳐 반추동물의 소화생리에 부정적이다 (Elliott et al., 1997). 본 시험에서 지방의 함량이 높은 미강의 첨가 비율이 높을수록 소화율이 낮아진 것은 섬유소 분해 박테리아의 활성이 저하된 것으로 사료되며, 특히 사료의 조지방 함량이 6.92% (Table 2)로 가장 높은 T3구는 조지방 함량이 가장 낮은 T1구 (3.16%)의 ADF 및 NDF 소화율의 73.8과 72.2% 수준밖에 되지 않아 높은 조지방 함량이 반추위 소화생리에 부정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

4. 질소 축적

농산부산물 첨가 발효사료를 흑염소에게 급여하였을 때 질소축적에 미치는 영향은 Table 6과 같다.

질소섭취량은 시판사료 급여구인 대조구가 17.03 g이었고 농산부산물 첨가구는 16.06~17.56 g으로 시험구간 유의적 차이는 나타나지 않았다. 질소 배설량은 농산부산물 첨가구가 10.41~11.13 g으로 대조구 9.93 g 보다 높은 경향으로

Table 6. The effects of feeding experimental diets on nitrogen retention of Korean black goat

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾
	Control	T1	T2	T3	
Total N Intake (g/day)	17.03	17.56	17.13	16.06	1.36
N Loss (g/day)	9.93	10.41	11.13	11.13	0.80
Nitrogen retention (g/day)	7.10 ^a	7.15 ^a	6.00 ^{ab}	4.93 ^b	0.73
Nitrogen retention (%)	41.69 ^a	40.72 ^a	35.00 ^b	30.69 ^c	2.38

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

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

나타났다. 한편, 질소축적량은 대조구와 T1구가 각각 7.1과 7.15 g으로 T3구의 4.93 g 보다 유의하게 높았으며 ($p<0.05$), 질소축적률에서도 대조구와 T1구가 각각 41.69와 40.72%로 가장 높았다 ($p<0.05$).

질소축적률은 사양방법, 먹이 및 성장단계에 따라 차이가 있으나, 본 시험결과 농산부산물 발효사료 시험구에서 질소축적률 30.69~40.72%는 Choi et al. (2006b)이 보고한 맥주박 첨가사료를 거세흑염소에 급여하였을 때 32.2~41.0% 결과와 거의 일치하는 경향이였다.

또한, 질소 섭취량은 건물 섭취량에 비례하며 (Jia et al., 1995), 질소축적은 질소섭취량에 비례한다고 보고하여 (Atti, 2004) 본 시험 결과에서도 질소섭취량이 낮은 T3구에서 질소축적률이 낮게 나타난 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합하면 맥주박, 비지 및 버섯 폐배지 등 농산부산물을 발효시켜 비육흑염소의 사료로 급여하였을 때 T1과 T2구는 시판사료를 급여한 대조구와 비교 시 증체는 86~90%, 건물소화율은 91.7~93.1%의 수준을 보였으며, 질소이용성은 대등한 수준을 보였다. 그러나 미강의 첨가 비율이 높아질수록 사료효율 저하가 우려되므로 조지방 함량을 5% 이하로 배합하는 것이 필요하다고 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 농산부산물을 이용한 발효사료의 급여효과를 알아보기 위해 비육 흑염소의 생산성 및 영양소 이용률을 조사하였다. 증체조사를 위한 사양시험은 거세흑염소 24두를 이용하여 처리구당 6두씩 30일 수행하였고, 소화율 시험은 거세흑염소 12두를 공시하여 처리구당 3두씩 라틴방각법으로 실시하여, 처리구는 대조구(배합사료 및 볏짚 급여구)와 3개의 시험구(발효사료와 볏짚 급여구)로 각각 배치하였다. 일당증체량은 대조구가 가장 높았고, T3구가 가장 낮았다 ($p<0.05$). 1일 두당 건물섭취량

과 유기물섭취량은 시판사료를 급여한 대조구가 각각 718.8과 680.9 g, 농산부산물 첨가구가 각각 634.2~699.2와 602.8~660.4 g으로 나타나 농산부산물 중 미강 첨가구가 높을수록 섭취량이 낮아지는 경향으로 나타났다. 건물과 유기물 소화율은 대조구가 농산부산물 첨가구보다 유의하게 높았고 ($p<0.05$). 시험구간에는 미강을 30% 첨가한 T3구가 가장 낮았다 ($p<0.05$). 질소축적률은 대조구와 T1구가 유의하게 높았다. 따라서, 본 연구의 결과 농산부산물을 이용한 발효사료(T1과 T2구)는 시판사료를 급여한 대조구와 비교 시 증체는 86~90%, 건물소화율은 91.7~93.1%의 수준을 보였으며, 질소이용성은 대등한 수준을 보였다. 그러나 미강의 첨가 비율이 높아질수록 사료효율 저하가 우려되므로 조지방 함량을 5.0% 이하로 배합하는 것이 필요하다 판단된다.

V. 인용 문헌

1. A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
2. Atti, N., H. Rouissi and M. Mahouachi. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. Small Rumin. Res. 54:89-97.
3. Beever, D.E., M. Gill, J.M. Dawson and P.J. Butery. 1990. The effect of fish meal on the digestion of grass silage by growing cattle. Brit. J. Nutr. 63:498-502.
4. Belibasakis, N.G. and D. Tsirgogianni. 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.
5. Chiou, P.W.S., C.R. Chen, K.J. Chen and B. Yu. 1998. Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows. Animal Feed Science and Technology 74:123-134.
6. Choi, S.H., S. Hwangbo, S.W. Kim, B.D. Sang,

- Y.K. Kim and I.H. Jo. 2006a. Effects of total mixed ration with wet brewer's grain on nutrient utilization in breeding Korean native goats. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 26(3):147-154.
7. Choi, S.H., S. Hwangbo, S.W. Kim, B.D. Sang, Y.K. Kim and I.H. Jo. 2006b. Effects of total mixed ration with wet brewer's grain on the performance and nutrient utilization in castrated Korean black goats. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 26(4):199-206.
 8. Elliott, J.P., J.K. Drackley, C.G. Aldrich and N.R. Merchen. 1997. Effects of saturation and esterification of fat sources on site and extent of digestion in steers: Ruminant fermentation and digestion of organic matter, fiber, and nitrogen. *J. Anim. Sci.* 75:2803.
 9. Gondwe, T.N.P., J.P. Mtimuni and A.C.L. Safalaoh. 1999. Evaluation of brewery by-products replacing vitamin premix in broiler finisher diets. *Indian Journal of Animal Sci.* 69:347-349.
 10. Haddad, S.G. 2005. Effect of dietary forage: concentrate ratio on growth performance and carcass characteristics of growing Baladi kids. *Small Rumin. Res.* 57:43-49.
 11. Hathch, C.F., T.W. Perry, M.T. Mohler and W.M. Beeson. 1972. Effect of corn distillers solubles and brewers dried grains with yeast in urea-containing rations on steer with yeast in urea-containing rations on steer performance. *J. Anim. Sci.* 34:326.
 12. Jia, Z.H., T. Sahl, J.M. Fernandez, S.P. Hart and T.H. Teh. 1995. Effects of dietary protein level on performance of Angora and cashmere-producing Spanish goats. *Small Rumin. Res.* 16:113-119.
 13. Jo, I.H., S. Hwangbo, J.H. Ahn and J.S. Lee. 1999. Use of apple pomace and rice bran of agricultural by products for the development of diets of Korean native growing goats. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* 23(4):327-334.
 14. Kim, Y.I., S.H. Jung, S.Y. Yang, J.W. Huh and W.S. Kwak. 2007. Ruminant Nutrition : Effects of cellulolytic microbes inoculation during deep stacking of spent mushroom substrates on cellulolytic enzyme activity and nutrients utilization by sheep. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 49(5):667-676.
 15. Lee, D.Y., J.L. Go, N.J. Choe, S.S. Lee, J.Y. Song, S.Y. Lee, S.H. Park, H.G. Seong and J.G. Ha. 2003. Ruminant nutrition : Effects of types of TMR on rumen fermentation characteristics and nutrients digestibility in sheep. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 45(5):805-812.
 16. Lee, S.M. 2008. Effects of agricultural by-product feeds on growth and carcass characteristics of Korean native steer. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(1):41-48.
 17. Macleod, A.M. 1979. The physiology of malting. In: Pollock, J. R. A.(Ed). *Brewing Science*, vol. 1. Academic Press, New York, pp. 145-232.
 18. Maczulak, A.E., B.A. Dehority and D.L. Palmquist. 1981. Effect of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. and Envi. Microbio.* 42(5):856-862.
 19. Mahgoub, O., C.D. Lu and R.J. Early. 2000. Effects of dietary energy density on feed intake body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Rumin. Res.* 37:35-42.
 20. McCarthy, F.D., S.A. Norton and W.H. McClure. 1990. Utilization of an ensiled wet brewers' grains-corn mixture by growing lambs. *Animal Feed Science and Technology.* 28:29-38.
 21. NRC. 1981. Nutrient requirements of goats, National academy of sciences - National reserch council, Washington D. C.
 22. Osuagwuh, A.I.A. and A.O. Akinsoyinu. 1990. Efficiency of nitrogen utilization by pregnant West African dwarf goats fed various levels of crude protein in the diet. *Small Rumin. Res.* 3:363-371.
 23. Palmquist, D.L. and T.C. Jenkins. 1980. Fat in lactation ration. *Rev. J. Dairy Sci.*, 63:1-14.
 24. Polan, C.E. and T.A. Herrington, W.A. Wark and L.E. Armentano. 1985. Milk production response to diets supplemented with dried brewers grains, wet brewers grains, or soyahean meal. *J. Dairy Sci.* 68:2016-2026.
 25. RDA National Institute of Animal Science. 2007. The use of valuable microorganisms in livestock industry. Sammi Press. Suwon. pp. 42-48.
 26. SAS. 2000 SAS/STAT® User's guide (Release 8.1 ed.). Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
 27. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach

- (2nd Ed.). McGraw-Hill Bok Co., New York.
28. Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in elation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
29. West, J.W., L.O. Ely and S.A. Martin. 1994. Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot. humid weather. *J. Dairy Sci.* 77:1496.
- (Received January 4, 2012/Accepted February 29, 2012)