

꽃사슴에 있어서 육림부산물 발효사료의 체내이용성에 관한 연구

문상호 · 김명화 · 이상무 · 전병태

Study on the Internal Availability of Forest by-product Silage in Spotted deer (*Cervus nippon*)

S. H. Moon, M. H. Kim, S. M. Lee and B. T. Jeon

ABSTRACT

To determine availability as a feed source of deer of by-products that produced at reforestation areas and comprised shrubs and wild grasses, mixed forest by-product silage(FBS), arrowroot silage(ARS), bristletooth oak tree silage(BOS), white oak tree silage(WOS) were prepared to compare dry matter intake, digestibility and nitrogen balance in digestion balance trials with spotted deer. Dry matter intake was highest in WOS and lowest in ARS but there was no significant difference($P>0.05$). Digestible dry matter intake was higher in FBS and ARS that had higher dry matter digestibility than in WOS and BOS that had lower dry matter digestibility($P>0.05$). Dry matter digestibility was highest for ARS and lowest for BOS($P<0.05$). Digestibility of crude protein was similar to that of dry matter. That of crude fiber was higher for FBS and ARS than for BOS and WOS($P>0.05$). Daily gain of body weight was slightly greater for WOS than for other treatments($P>0.05$). Nitrogen intake was highest for ARS and lowest for BOS($P<0.05$), and fecal nitrogen was opposite to nitrogen intake($P<0.05$). Nitrogen excretion with urine was highest for ARS that had higher nitrogen intake and lowest for BOS and there was a significant difference($P<0.05$). Retained nitrogen was highest for FBS and lowest for BOS ($P>0.05$). Although there was no significant difference($P>0.05$), the ration of nitrogen intake to retained nitrogen was highest in FBS for 43.9% and lowest in BOS for 24.7%. Consequently because by-products that produced at reforestation areas had high intake and internal availability, it was evaluated to valuable feed source for deer.

(Key words : Deer, Intake, Digestibility, Nitrogen balance, Forest by-product)

I. 서 론

국내 양육업은 주 생산물인 녹용의 생산 cost
가 높아 대외 경쟁력이 매우 낮은 상황이다.

따라서 외국에서 수입되고 있는 수입녹용과의
가격경쟁 면에서 절대적으로 불리한 여건에 놓
여 있어 양육 경영에 상당한 어려움을 겪고 있
다. 이는 효율적이지 못한 경영관리에 기인 한

본 연구는 농림부의 연구비 지원을 받아 수행한 것임.

진국대학교 한국녹용연구센터(Korea Nokyong Research Center, Konkuk University)

Corresponding author : Byong-Tae, Jeon. Dept. of Anim. Sci., Colle. of Natr. Sciences, Konkuk University,
Danwol 322, Chungju, Chungchong bukdo, 380-701, Korea Tel: 82-43-840-3523, E-mail:
btjeon@kku.ac.kr

것으로, 특히 사슴의 사양관리 시 잘못된 관행으로 인해 구입사료에 대한 의존도가 지나치게 높기 때문에 그만큼 양육 생산비를 증가시키고 있다. 사슴의 경우에는 다른 가축과는 달리 노동생산성과 재생산성이 뛰어나기 때문에(문, 2000) 상대적으로 생산비 중 사료비가 차지하는 비중이 높으므로 결국 생산비 절감을 위해서는 사료비 절감이 최우선 과제가 될 것이다.

우리나라는 산지가 많기 때문에 산림조성과 육성에 상당한 노력을 기울이고 있으며, 특히 산림청에서는 매년 약 20만ha(산림청, 2001)에 이르는 산지에 대해 육림사업을 실시하여 조림수목의 육성을 촉진하고 있다. 이 육림사업이 실시되면 해당 지에서는 막대한 양의 육림부산물(잡관목류, 야초류 등)이 생산되기 때문에 이것을 사슴용 사료로 활용할 수 있다면 값싼 자급조사료를 다량으로 확보할 수 있을 것이다. 우리가 사육하고 있는 사슴의 경우에는 사료의 선택 폭이 넓은 채식습성을 갖고(Henke 등, 1988; Hofman, 1988) 있으며 또한 생태적으로 수염류에 대한 높은 기호성 및 이용성(Crowford, 1982; 이 등, 1990)을 나타내고 있기 때문에 산지에서 생산되는 잡관목, 광엽초류, 야초류 등이 포함된 육림부산물은 효율적인 조사료 자원이 될 수 있을 것으로 기대된다. 전 등(2002)의 보고에 의하면 육림부산물 발효사료를 급여한 꽃사슴에 있어서 체내이용성 및 영양소 축적율은 일반 양육 농가에서 많이 활용하고 있는 수입 갈잎에 비해 높았다고 보고하여 이에 대한 활용 가능성을 제시하고 있으므로 충분히 검토해 볼 가치가 있을 것으로 판단된다.

본 실험은 육림지에서 생산되는 육림부산물 전체 혼합물과 개별 수염류의 사슴용 사료화 가능성을 검토하기 위해 육림부산물 혼합 사일리지, 칩 사일리지, 줄참나무 사일리지 및 갈참나무 사일리지를 급여한 꽃사슴에 있어서 건물채식량, 영양소 소화율 및 질소출납을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 1999년 8월부터 2000년 5월까지 충북 충주시 소재 하나사슴연구소에서 발효사료 제조 및 사양실험을 실시했다. 실험사료는 1999년도 육림사업 실시 대상지역인 충북 충주시 이류면 소재 야산에서 채취한 부산물을 이용하여 제조하였다. 수거된 부산물은 잡관목류와 야초류가 평균적으로 14~16개종의 식생으로 구성되어 있었으며 이를 모두 혼합하여 경엽구분 없이 파쇄기로 파쇄(절단장 약 2cm)후 사일리지를 제조했으며 이들 중 칩, 줄참나무, 갈참나무를 별도로 수거하여 각각 파쇄후 사일리지를 제조하였다. 실험사료의 발효는 드럼통을 이용한 간이 사일로를 활용하여 사양실험 때까지 진행시켰다. 발효가 진행된 실험사료는 사양실험 직전 개봉하여 발효품질의 평가를 위해 약 80g의 시료를 채취, 증류수 500ml를 첨가하여 전동 mixer로 교반 후 일정시간 냉장고에서 정치시켰다가 여과지로 여과하여 pH와 유산함량을 측정하기 위한 시료로 만들었다. pH는 Micro processor pH meter(HI 9321W, HANNA Instruments)를 이용하여 측정하였으며 유산함량은 Enzymatic bioanalysis kit(Boehringer Mannheim)를 이용하여 효소분해 후 spectrophotometer에 의해 측정하였다.

사양실험은 2년생 꽃사슴(♀) 4두를 공시하였으며 이들의 평균체중은 39.7 ± 2.3 kg이었다. 채식량과 소화율, 그리고 질소출납을 측정하기 위해 공시사슴들은 실험기간 동안 분뇨의 분리수거가 가능한 자체 제작 대사틀에 수용되었고 각각의 대사틀은 수용된 사슴들에게 상호 시각적인 접촉이 이루어질 수 있도록 배치되었다. 사양실험은 예비 실험기 10일과 본 실험기 7일로 구성했고 각 실험사료에 대한 carry-over effects를 위해 4×4 latin square design 방식에 의해 실시했다. 체중의 1%에 해당하는 농후사료를 기초사료로 하여 각 실험사료는 자유채식이 가능한 정도인 건물기준 체중의 약 3.5%에

해당하는 양을 오전과 오후 2회에 걸쳐 급여했다. 실험기간 중 각 사슴들은 물과 시판 미네랄 블록을 상시 이용할 수 있도록 제공했으며 매일 일정한 시간에 사료급여와 잔량측정 및 분뇨의 수거를 실시했다.

실험동물에 의한 건물 채식량은 급여량에서 잔량을 제한 값으로 계산했으며 영양소 소화율은 전분 채취법에 의해 분석했다. 분과 뇨는 분리해서 수거했고 뇨 중의 암모니아의 휘발을 방지하기 위해 뇨 채취용기에는 매일 3N의 HCl 20ml씩을 보충하였다. 실험기간 중 수거된 실험사료, 잔사, 분 및 뇨 시료는 즉시 dry oven을 이용 건조하거나 냉장고에 분석 때까지 보관하였다. 각 시료에 대한 화학적 성분은 AOAC(1980)법에 의해 분석하였고 실험결과 수집된 자료에 대한 통계적 처리는 SAS package (1995)를 이용 분산분석을 실시, Turkey's 다중 검정에 의해 실시했다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 육림부산물 발효사료의 사료가치

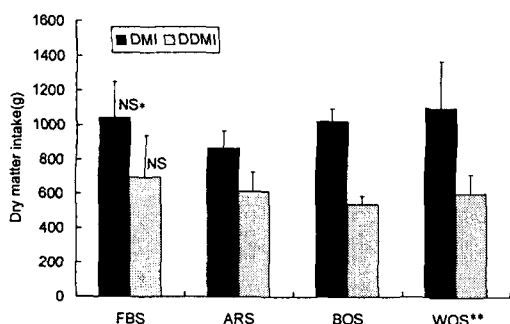
각 실험사료에 대한 화학성분과 발효품질에 대한 분석결과를 Table 1에 나타냈다. 실험사료의 건물 함량은 광엽 비율이 높은 칙 사일리지(ARS)가 가장 낮았고 목질화된 줄기비율이 높았던 줄참나무 사일리지(BOS)와 갈참나무 사일리지(WOS)가 61.6%와 59.0%의 건물 함량을 나타냈다. 각종 수엽류와 야초류 전체를 포함한 FBS는 35.1%의 건물 함량을 나타냈다. 조단백질 함량은 ARS가 14.5%로 가장 높았고 BOS와 WOS는 5.1%와 5.9%로 가장 낮았고 FBS는 8.3%로 옥수수과 비슷한 수준의 조단백질 함량을 나타냈다. 조섬유는 BOS가 50.2%로 가장 높았고 FBS가 44.2%로 가장 낮았다. 사일리지의 발효품질을 분석하기 위해 측정된

Table 1. Chemical composition and fermentative quality of experimental diets

Item	Experimental diet*				
	Conct	FBS	ARS	BOS	WOS
Chemical composition % of DM				
Dry matter	88.7	35.1	23.3	61.6	59.0
Crude protein	18.9	8.3	14.5	5.1	5.9
Ether extracts	2.6	2.3	2.5	1.5	1.6
Crude fiber	8.4	44.2	47.5	50.2	48.5
Crude ash	6.8	3.5	7.8	2.5	3.6
Nitrogen free extracts	63.3	41.7	27.7	40.7	40.4
Acid detergent fiber	11.7	53.2	46.3	55.7	53.8
Neutral detergent fiber	36.7	69.9	63.6	70.5	69.5
Fermentative quality					
pH		4.02	5.05	4.12	4.20
Lactic acid(% of DM)		7.8	8.9	6.5	6.8

* Conct: commercial concentrate, FBS: forest by-product silage, ARS: arrowroot silage
BOS: bristletooth oak silage, WOS: white oak silage

pH는 FBS가 4.02였으며 ARS가 5.05로 가장 높았다. BOS와 WOS의 pH는 각각 4.12와 4.20으로 비슷한 수준을 유지했다. 유산 함량은 ARS가 8.9%로 가장 높은 함량을 나타냈고 BOS가 6.5%로 가장 낮았다. 조단백질 함량이 높은 ARS에서 pH가 다소 높았으나 각 실험사료 모두 적절한 pH와 유산 함량을 나타내어 비교적 발효는 양호하게 진행되었던 것으로 평가되었다.



* NS : not significant.

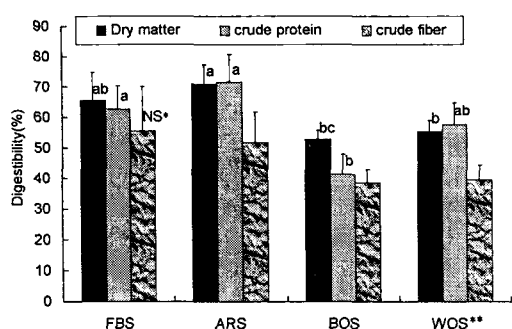
** See Table 1 on the details.

Fig. 1. Dry matter intake(DMI) and digestible dry matter intake(DDMI) in spotted deer fed experimental diets.

2. 꽃사슴에 있어서 육림부산물 발효사료의 채식량

Fig. 1은 각 실험사료를 급여한 꽃사슴에 있어서 건물섭취량과 가소화 건물섭취량을 나타낸 것이다. 건물섭취량은 WOS가 1103.7 ± 274.4 g으로 가장 높았고 ARS가 863.8 ± 104.5 g으로 가장 낮았으나 그 차이에 대한 유의성은 인정되지 않았다. 가소화 건물섭취량의 경우는 건물소화율이 높았던 FBS와 ARS가 각각 697.3 ± 240.3 g과 615.4 ± 114.1 g으로 건물소화율이 낮은 BOS와 WOS의 540.6 ± 49.1 g과 604.8 ± 113.5 g에 비해 높은 경향을 나타냈으나 역시 유의성은 인정되지 않았다. 건물섭취량에서 WOS와 BOS

가 FBS와 ARS에 비해 높게 나타난 것은 실험 사료가 사일리지의 형태로 급여되었기 때문에 사일리지의 건물 함량이 영향을 미친 것으로 여겨진다. 사일리지를 반추동물에게 급여하는 경우 사일리지의 수분 함량은 채식량을 제한하는 주요 인자(Pelletier 등, 1976)가 되며 또한 건물 함량은 채식량을 결정짓는 요소(Forbes와 Jackson, 1971) 중의 하나라는 것이 여러 연구자들에 의해 보고되고 있다. 본 실험에서도 ARS의 낮은 건물섭취량은 자체의 낮은 건물 함량(23.3%)에 의해 크게 영향을 받은 것으로 추정되며 WOS와 BOS의 경우는 반대로 높은 건물함량(59.0%와 61.6%)이 건물 채식량의 상대적인 증가에 영향을 미친 것으로 판단된다. 그러나 건물 채식량의 차이에도 불구하고 실험 사료의 질적 차이가 체내이용성에 영향을 미쳐 결국 가소화 건물섭취량의 경우는 유의성이 인정되지 않았으나 오히려 FBS와 ARS가 BOS와 WOS에 비해 높은 경향을 나타내었다. BOS와 WOS의 경우는 목질화된 줄기부분이 잎 부위에 비해 상대적으로 높은 비율을 차지하고 있어 건물섭취량은 많았으나 상대적으로 체내 이용성이 낮은(Fig. 2) 결과를 나타냈다. 한편 각 실험사료 모두 lignin의 비율이 높고 또한 cellulose가 lignin과 결합된 형태로 존재하여 소화율이 떨어지는 목질부(줄기)를 포함한 식생 전체를 파쇄하여 발효시켰으나 건물 채식량은 체중의 약 2% 이상을 나타내고 있어 기초사료로서 농후사료가 1% 제공된 것을 감안하더라도 채식성에는 큰 문제가 없는 사료자원으로 판단되었다. 특히 육림지에서 생산되는 이들 잡관목류나 광엽초류 및 야초류 등은 사슴에게 높은 기호성(Blair와 Brunett, 1980; Currie 등, 1977; 이 등, 1990)을 갖고 있는 것으로 알려져 있기 때문에 다른 가축이 이용하기 어려운 이런 사료자원은 사슴에게 유용하게 이용될 수 있을 것으로 추정된다.



* NS : not significant.
^{abc} Means with different superscripts significantly differ (P<0.05).
 ** See Table 1 on the details.

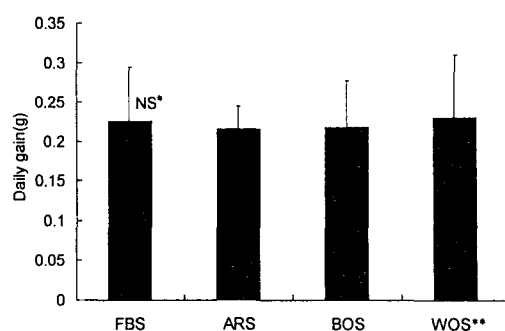
Fig. 2. Digestibility of nutrients in spotted deer fed experimental diets.

3. 꽃사슴에 있어서 육림부산물 발효사료의 체내 소화율

각 실험사료 급여 꽃사슴에 있어서 건물, 조단백질 및 조섬유의 소화율의 측정결과를 Fig. 2에 나타냈다. 건물소화율은 ARS가 70.9±6.4%로 가장 높았고 BOS가 52.8±2.9%로 가장 낮아 처리간에 유의성(P<0.05)이 인정되었으며 조단백질 소화율도 건물소화율과 동일한 결과를 나타냈다. 조섬유 소화율은 FBS와 ARS가 각각 55.5±14.7%와 51.7±10.0%로 BOS와 WOS의 38.5±4.3%와 39.5±4.7%에 비해 높았으나 처리간에 유의성은 인정되지 않았다. 사슴은 채식 및 소화생리의 계절적 변이로 인해 채식량과 소화율의 계절적 차이가 존재(Milne 등, 1978; Katoh 등, 1989)하나 모든 사료자원에 대해 상대적으로 높은 체내이용성을 갖고 있는 것으로(Kim 등, 1996) 알려져 있다. 본 실험에서도 각 실험사료 모두 50% 이상의 건물 소화율을 나타내고 있으며 양육농가에서 많이 활용하고 있는 수입 갈잎(전 등, 2002)에 비해서도 비슷하거나(BOS와 WOS) 그 이상(FBS와 ARS)의 건물소화율을 나타내고 있어 체내 이용성 면에서는 문제가 없을 것으로 판단되었

다. 이들 육림부산물 발효사료의 높은 소화율은 목질부의 포함과 거친 입자가 반추위내 체류시간을 증가시켰고 그에 따라 미생물의 작용이 보다 효율적이었기 때문인 것으로(Forbes, 1986; Van Soest, 1982) 추정된다. 한편 BOS와 WOS의 낮은 소화율은 두 실험사료의 경우 FBS와 ARS에 비해 불소화성 물질이 다량 함유된 줄기부위가 상대적으로 높았기 때문인 것으로 분석된다. 따라서 이들 사료를 단독으로 이용할 경우에는 줄기부위의 체내이용성 향상을 위한 처리방안이 필요할 것이며, 수거나 채취 등의 어려움 등을 감안하면 단독이용 보다는 FBS와 같이 수엽류와 광엽초류 및 야초류 등이 혼합된 형태의 이용이 수거의 용의함, 체내이용성 및 경제성 등을 고려할 때 바람직할 것으로 판단된다.

Fig. 3은 실험사료 급여 꽃사슴에 있어서 실험기간 중 일당증체량을 나타낸 것이다. 각 실험사료별 일당증체량은 FBS 0.225±0.07kg, ARS 0.215±0.03kg, BOS 0.217±0.06kg 및 WOS 0.23±0.08kg으로 WOS가 나머지 세 처리구에 비해 약간 많았으나 모든 처리구가 거의 비슷한 수준을 유지하였다. 이들 각 실험사료에 의한 사슴의 생산성은 큰 차이가 없었으며 따라서 이들을 사슴용 사료자원으로 활용함



* NS : not significant.
 ** See Table 1 on the details.

Fig. 3. Daily gain of body weight during experimental period in spotted deer fed experimental diets.

Table 2. Nitrogen balance in spotted deer fed experimental diets.

Item	Experimental diets*			
	FBS	ARS	BOS	WOS
Nitrogen balance				
Nitrogen intake(NI, g/day)	19.2 ± 2.2 ^{ab}	22.5 ± 2.5 ^a	16.3 ± 0.7 ^b	17.7 ± 2.8 ^b
Fecal nitrogen(g/day)	7.1 ± 0.8 ^{ab}	6.3 ± 1.7 ^b	10.6 ± 2.0 ^a	7.5 ± 1.7 ^{ab}
Digestible nitrogen(g/day)	12.3 ± 3.0 ^{ab}	16.4 ± 3.5 ^a	6.7 ± 0.8 ^c	10.2 ± 2.2 ^b
Urinary nitrogen(g/day)	3.5 ± 0.6 ^b	9.5 ± 2.5 ^a	1.7 ± 0.6 ^b	2.7 ± 1.1 ^b
Retained nitrogen(RN, g/day)	8.8 ± 4.6 ^a	6.7 ± 5.6 ^a	4.0 ± 1.7 ^a	7.5 ± 1.1 ^a
RN/NI(%)	43.9 ± 17.8 ^a	29.8 ± 22.4 ^a	24.7 ± 10.3 ^a	42.6 ± 3.5 ^a

* See Table 1 on the details.

^{a,b,c} Means with different superscripts in the same raw significantly differ(P<0.05).

에 있어 큰 무리는 없는 것으로 판단되었다.

4. 꽃사슴에 있어서 육림부산물 발효사료의 영양소 체내 이용성

육림부산물 발효사료 급여 꽃사슴에 있어서 영양소의 체내 이용성을 검토하기 위해 측정된 질소출납의 결과를 Table 2에 나타냈다. 질소 섭취량은 ARS가 22.5 ± 2.5g으로 가장 많았고 BOS가 16.3 ± 0.7g으로 가장 낮아 처리간에 유의성(P<0.05)이 인정되었다. 분 중 질소의 배출량은 질소섭취량과는 반대로 BOS가 10.6 ± 2.0g으로 가장 많았고 ARS가 6.3 ± 1.7g으로 가장 적었다(P<0.05). 뇨 중 질소의 배출량은 질소 섭취량이 많았던 ARS가 9.5 ± 2.5g으로 가장 높았고 BOS가 1.7 ± 0.6g으로 가장 낮아 처리간에 유의성(P<0.05)이 인정되었다. 체내 축적된 질소의 양은 FBS가 8.8 ± 1.6g으로 가장 많았고 BOS가 4.0 ± 1.7g으로 가장 적었으나 유의성은 인정되지 않았다. 질소 섭취량에 대한 체내 축적질소량의 비율은 처리간에 유의적 차이가 인정되지 않았으나 FBS가 43.9%로 이용효율이 가장 높았고 BOS는 24.7%로 이용효율이 가장 낮았다. 질소 섭취량의 처리간 차이는 실험사료별 단백질 함량(Table 1)의 차이에 의한 것

로 여겨지며 BOS의 분 중 질소 배출량 증가는 단백질 소화율 저하(Fig. 2)에 기인된 것으로 판단된다. 영양소의 이용효율은 사료자원의 체내 이용성에 의해 크게 좌우되기 때문에 단백질 소화율이 낮은 BOS의 경우에는 질소의 이용효율이 가장 낮게 나타났다. Holter 등(1979)의 보고에 의하면 사슴에서 질소섭취량이 높아지면 분으로 배출되는 질소량은 낮고 뇨로 배출되는 질소량이 증가한다고 하였는데, 본 실험에서도 질소 섭취량이 가장 많았던 ARS의 뇨 중 질소 배출량이 가장 높은 경향을 나타냈다(전 등, 2002). 이는 높은 단백질 함량과 소화율에 의해 반추위 및 하부소화기관에서 흡수된 과도한 단백질이 체내에서 다 활용되지 못하고 요소의 형태로 전환되어 뇨에 포함되어 배출되기 때문인 것으로 여겨진다.

결과적으로 육림지에서 배출되는 부산물들은 높은 채식성과 체내이용성을 나타내어 사슴용 사료자원으로서 충분한 가치가 인정된다고 평가되었다.

IV. 요약

육림지에서 생산되는 육림부산물 전체 혼합물과 개별 수엽류의 사슴용 사료화 가능성을

검토하기 위해 육림부산물 혼합 사일리지, 칩 사일리지, 졸참나무 사일리지 및 갈참나무 사일리지를 급여한 꽃사슴에 있어서 건물 채식량, 영양소 소화율 및 질소출납을 비교하였다. 건물섭취량은 WOS가 가장 높았고 ARS가 가장 낮았으나, 그 차이에 대한 유의성은 인정되지 않았다. 가소화 건물섭취량의 경우는 건물소화율이 높았던 FBS와 ARS가 건물소화율이 낮은 BOS와 WOS에 비해 높은 경향을 나타냈다($P>0.05$). 건물소화율은 ARS가 가장 높았고 BOS가 가장 낮았으며($P<0.05$), 조단백질 소화율도 건물소화율과 동일한 결과를 나타냈다. 조섬유 소화율은 FBS와 ARS가 BOS와 WOS에 비해 높았다($P>0.05$). 실험사료별 일당증체량은 WOS가 나머지 세 처리구에 비해 약간 많았으나 모든 처리구가 거의 비슷한 수준을 유지하였다($P>0.05$). 질소섭취량은 ARS가 가장 많았고 BOS가 가장 낮았으며($P<0.05$), 분 중 질소의 배출량은 질소섭취량과는 반대로 BOS가 가장 많았고 ARS가 가장 적었다($P<0.05$). 뇨 중 질소의 배출량은 질소섭취량이 많았던 ARS가 가장 높았고 BOS가 가장 낮아 처리간에 유의성($P<0.05$)이 인정되었다. 체내 축적된 질소의 양은 FBS가 많았고 BOS가 가장 적었다($P>0.05$). 질소섭취량에 대한 체내 축적질소량의 비율은 처리간에 유의적 차이가 인정되지는 않았으나 FBS가 43.9%로 이용효율이 가장 높았고 BOS는 24.7%로 이용효율이 가장 낮았다. 이상에서 육림지에서 배출되는 부산물들은 높은 채식성과 체내이용성을 나타내어 사슴용 사료자원으로서 충분한 가치가 인정된다고 평가되었다.

V. 인 용 문 헌

1. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis(15th ed.). Association of official analytical chemists. Washington, D. C., U.S.A.
2. Blair, R.M. and L.E. Brunett. 1980. Seasonal browse selection by deer in a southern pine-hardwood habitat. *J. Wildl. Manag.* 44:79-88.
3. Crawford, H.S. 1982. Seasonal food selection and digestibility by tame white-tailed deer in central Maine. *J. Wildl. Manag.* 46:974-982.
4. Currie, P.O., D.W. Reichert, J.C. Malechek and O.C. Wallmo. 1977. Forage selection comparisons for mule deer and cattle under managed ponderosa pine. *J. Range Manag.* 30:352-356.
5. Forbes, J.M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Butterworth & Co. Ltd. London.
6. Forbes, T.J. and N. Jackson. 1971. A study of the utilization of silages of different dry-matter content by young beef cattle with or without supplementary barley. *J. Br. Grassl. Soc.* 26: 257-264.
7. Henke, S.E., S. Demarais and J.A. Pfister. 1988. Digestive capacity and diets of white-tailed deer and exotic ruminants. *J. Wildl. Manag.* 52:595-598.
8. Hofmann, R.R. 1988. Aspects of digestive physiology in ruminants. Comstock Publishing Associates. pp. 1-20.
9. Holter, J.B., H.H. Hayes and S.H. Smith. 1979. Protein requirement of yearling white-tailed deer. *J. Wildl. Manag.* 42:101-107.
10. Katoh, K., Y. Kajita, M. Odashima, S.L. Lee, K.T. Nam, H. Chiga, Y. Otomo, H. 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.
11. Kim, K.H., B.T. Jeon, Y.C. Kim, B.H. Kyung and C.W. Kim. 1996. A comparison of oak browse and silages of rye and maize with respect to voluntary intake, digestibility, nitrogen balance and rumination time in penned Korean sika deer. *Anim. Feed Sci. Techn.* 61:351-359.
12. Milne, J.A., J.C. Macrae, A.M. Spence and S. Wilson. 1978. A comparison of the voluntary intake and digestion of a range of forages at different times of the year by the sheep and red deer(*Cervus elaphus*). *Br. J. Nutr.* 40:347-357.
13. Pelletier, G., J.C. StPierre and J.E. Comeau. 1976.

- Composition chimique, digestibility et ingestion volontaire d'ensilages d'herbes et de maïs par des agneaux. *Can. J. Anim. Sci.* 56:65-72.
14. SAS. 1995. Users guide. Statistical Analysis System. Inst. Inc., Cary, NC.
 15. Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, Portland.
 16. 문상호. 2000. 사슴 및 녹용의 생산, 유통, 소비 구조에 관한 연구. 농업협동조합중앙회 연구용역 결과보고서.
 17. 산림청, 2000. 임업통계정보. 산림청.
 18. 이중해, 이인덕, 이형석, 1990. 꽃사슴의 수엽류 이용에 관한 연구. I. 꽃사슴의 채식습성. *한축지*. 32: 100-108.
 19. 전병태, 김언현, 이상무, 김경훈, 문상호. 2002. 꽃사슴에 있어서 육림부산물 사일리지, 칩 사일리지 및 갈잎건초 급여에 따른 건물 채식량, 소화율 및 질소출납의 비교. *동물자원지*. 44:87-94.