

꽃사슴에 있어서 사료의 단백질 수준이 녹용 생산성과 품질에 미치는 영향

전병태 · 이상무 · 김명화 · 문상호

건국대학교 한국녹용연구센터

Effects of Dietary Protein Level on Production and Chemical Composition of Velvet Antler in Spotted Deer (*Cervus nippon*)

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

Korea Nokyong Research Center, Konkuk University

ABSTRACT

The aim of this study was to provide basic information to allow improved feeding management for velvet antler production by investigating the effects of dietary protein level on production and chemical composition of velvet antler in spotted deer (*Cervus nippon*). Eighteen male spotted deer of 5-6 years old were assigned to 3 unreplicated groups by production record of the previous year. Deer were fed on experimental diets at different protein level of 10% (T1), 15% (T2) and 20% (T3). Dry matter intake, crude protein intake and daily gain were increased with increasing the protein level in diets and there were significant differences ($P<0.05$) between groups. Although not significant, mean length of main beam tended to be longer in either left or right beam with increasing the protein level, and in girth at part of base of main beam, it was a similar pattern to the result of length. The velvet antler production was affected by dietary protein level and thus that was the smallest in T1 and the largest in T3 ($P<0.05$). The content of crude protein in velvet antler was higher in T1 than in T3, whereas the content of crude ash in velvet antler was contrast to that of crude protein, however, there were no significant differences.

(Key words : Chemical composition, Deer, Protein level, Velvet antler production)

I. 서 론

녹용은 지난 수천년간 동양의학에서 귀중한 한의약재로 사용되어 왔으며 사슴은 이러한 녹용 생산을 위해 오래전부터 사육되고 있다(Fennessy 1989). 특히 국내에서는 녹용 소비가 많기 때문에 양록업이 농가의 높은 소득을 창출하는 축산분야로 여겨져 최근 사슴사육 두수 및 사육

농가의 수가 급증하고 있다(KDFA, 2003). 따라서 국내 양록업계에서는 녹용 생산성 증대와 품질 개선에 대한 관심이 커지고 있고, 특히 영양조건에 따른 녹용의 생산성 및 품질의 변화에 대한 양록가의 노력이 대외 경쟁력 향상을 위해 그 어느 때 보다도 커지고 있는 실정이다. 하지만 이와 관련된 국내의 연구활동은 매우 미비한 상황으로서 보다 심도있는 연구

본 연구는 2004년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의해 수행된 것임.

Corresponding author : Sangho Moon, Dept. of Anim. Sci., Colleg. of Natr. Sci., Konkuk University, Danwol 322, Chungju, Chungchongbuk-do, 380-701, Korea. Tel : Intn.+82-43-840-3527, E-mail : moon0204@kku.ac.kr

결과가 요구되고 있다. 녹용 생산성은 급여되는 사료의 영양수준에 의해 크게 좌우되는 것으로 알려져 있는데, 저질 사료 특히 단백질 함량이 낮은 사료의 급여는 레드디어의 녹용크기를 작게 하여 (Geist, 1986) 저단백질 사료가 녹용의 낮은 생산성과 최적 성장을 저해한다고 보고 (Murphy와 Coates, 1966)되고 있는 한편, 여러 연구자들에 의해 고단백질 사료가 사슴의 녹용성장을 촉진한다는 연구결과들도 보고되고 있다. French 등(1956)은 최적 녹용 성장은 높은 사료단백질 함량에 의해 이루어지며, McEwen 등(1957)은 최적 녹용 성장을 위해서는 저단백질 사료와 비교하여 16.9%의 사료단백질 함량에 의해 가능하다고 보고하고 있고, Liang 등(1993)은 꽃사슴에 있어서 22~23% 정도의 단백질 함량이 녹용 성장을 최적으로 향상시킬 수 있다고 결론내리고 있다. 그러나 전 등(2003)의 보고에 의하면 사료의 영양적 개선과 그 개선 시기에 따른 녹용의 생산성은 다양한 모습을 나타낸다고 보고하고 있다. 이와 같이 사슴은 영양조건의 개선과 더불어 환경 등에 따라 반응하는 정도가 차이가 있기 때문에 (Pearse와 Fennessy 1991; Ullrey 1983; Muir와 Sykes 1988; Fennessy, 1995; 전 등, 2003) 품종이나 지역, 그리고 단백질 수준의 정도가 녹용 생산성에 미치는 영향에 대한 정확한 규명이 필요하다. 따라서 본 연구는 꽃사슴에 있어서 사료내 단백질 수준이 녹용 생산성과 조성분 변화에 미치는 영향을 검토하여 녹용 생산성 향상을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물

본 연구를 위한 사양실험은 2003년 3월 1일부터 동년 7월 25일까지 충청북도 충주시 소재 하나 사슴연구소에서 실시되었다. 18두의 5~6년생 꽃사슴 수컷이 공시되었으며, 이들은 전년도 녹용 생산 기록을 토대로 비슷한 평균 기록을 갖는 6두씩의 3개의 군으로 분류되었다. 실험사슴은 각 군별로 펜스가 쳐진 사슴사(6 × 8 m)에서 실험기간 중 사육되었다.

2. 시험설계 및 사양관리

모든 실험사슴들에게는 매일 오전 8시와 오후 6시에 동량의 실험사료가 급여되었으며 건물기준 체중의 약 3.0% 정도로 자유채식이 가능토록 하였다. 제 1군(T1, 평균 개시체중 93.9 kg)은 산림부산물 사일리지와 갈잎건초 및 농후사료를 조합하여 사료내 단백질 수준이 약 10%가 되도록 하였으며 제 2군(T2, 평균체중 87.4 kg)은 약 15%의 사료내 단백질, 제 3군(T3, 평균체중 90.4 kg)은 약 20%의 사료내 단백질 수준을 유지할 수 있도록 Table 1에 나타낸 바와 같이 배합하여 실험사료를 각기 급여하였다. 실험에 사용한 산림부산물 사일리지는 조림지에서 하예작업시 생산되는 잡관목, 야초류 등의 줄기(건물기준 약 32.5%)와 잎(건물기준 약 67.5%) 부위가 모두 포함된 상태의 것을 잡

Table 1. Formulation of experimental diets

Ingredients	Diets*		
	T1	T2	T3
 % of fresh matter		
Forest by-product silage	80	60	50
Lupin seed	—	15	40
Alfalfa bale	—	20	5
Oak leaf hay	10	—	—
Concentrate	10	5	5

* T1: 10% crude protein content in diet, T2: 15% crude protein content in diet, T3: 20% crude protein content in diet.

관목 파쇄기를 이용하여 파쇄한 뒤 발효시킨 것이었다. 옥립부산물 사일리지의 발효품질은 pH 약 4.1, 유산 함량 8.9%(건물기준)로서 발효는 정상적으로 이루어진 것으로 판단되었다. 또한 실험사슴들에게는 실험기간 동안 물과 미네랄 블록이 상시 제공되었다. 실험사슴의 체중은 실험개시 시기와 종료 시기에 마취 후 이 동식 체중 측정기를 사용하여 각각 측정하였다.

3. 조사항목 및 분석방법

녹용은 낙각 후 55일째에 실험사슴에게 근육 이완제(succicholine, 1.5 mg/10 kg BW)를 근육 주사하여 마취 시킨 후 외과용 수술톱으로 수확하였으며 수확 후 즉시 중량과 주지의 길이 둘레 등을 측정하였다. 수확된 녹용시료는 주지 전체를 균등 3분할하여 상대, 중대, 하대로 분리하였고 이를 절편하여 냉동건조 후 화학분석시까지 영하 40℃의 냉동고에 보관하였다. 건조된 녹용시료는 부위별로 조단백질, 조섬유, 조지방 및 조회분을 각각 분석하였으며, 실험사료와 더불어 일반성분은 AOAC(1990) 방법에 의해, 중성세제 섬유(NDF)와 산성세제 섬유(ADF)는 Georing과 Van Soest(1970)의 방법에 의해 분석하였다.

4. 통계처리

수집된 모든 데이터는 SAS package(1995)를

이용하여 분산분석 후 Duncan의 다중검정을 통해 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

Fig. 1은 처리별 평균 건물섭취량(DMI)과 조단백질 섭취량(CPI), 그리고 일당증체량(DG)을 나타낸 것이다. DMI는 사료의 단백질 수준이 증가할수록 높아져 T3구에서 가장 높은(P<0.05) DMI를 나타냈다. CPI 또한 DMI와 비슷한 경향을 나타내어 사료 중 단백질 수준이 높아질수록 CPI가 증가했다(P<0.05). 그러나 실험구의 DMI와 CPI는 사료 중의 단백질 함량에 의한 것이라기 보다는 오히려 사료의 건물함량에 의해 더 크게 영향을 받은 것으로 여겨진다. 즉 Table 2에 나타낸 바와 같이 사료배합에 의해 일반적으로 반추가축의 채식량을 제어하는 요소로(Forbes and Jacson, 1971; Okamoto, 1974; Forbes, 1986) 알려진 건물함량과 섬유함량이 달라졌고 이것에 의해 채식량이 영향을 받아 Fig. 1의 결과를 가져온 것으로 판단된다. CPI 역시 사료 중의 조단백질 수준뿐만 아니라 건물함량과 밀접한 관련을 맺고 있는 것으로 여겨진다. 사료의 품질은 가축의 채식량을 조절하는 중요한 요인 중 하나이나 사료의 물리적 특성 또한 중요한 요인이 되고 있는 것으로 판단된다. 일당증체량은 T1 및 T2구에서는 거의 비슷한 경향이었으나 T3구에서는 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 증체량을 나타냈다.

Table 2. Chemical composition of experimental diets

Treatment*	Chemical composition**							
	DM	CP	EE	CF	Ash	NFE	NDF	ADF
 % of dry matter							
T1	44.6	9.6	2.7	49.5	4.1	34.1	64.9	47.4
T2	56.1	14.9	2.7	43.5	4.2	34.7	59.3	41.9
T3	63.6	19.2	3.5	36.4	3.4	37.5	52.3	34.1

* See Table 1 on the details.

** DM : dry matter, CP: crude protein, EE: ether extract, CF: crude fiber
Ash: crude ash, NFE: nitrogen free extract, NDF: neutral detergent fiber,
ADF : acid detergent fiber.

차가 나타나지 않는 결과를 가져온 것으로 여겨진다.

Fig. 1. Mean (\pm SEM) dry matter (DMI) and crude protein (CPI) intakes and daily gain (DG) in spotted deer fed diets at different protein level.

* See Table 1 on the details.

^{a, b} Within a same bar, means not sharing a common superscript letter are significant different at $P < 0.05$.

실험사슴에서 생산된 녹용시료의 주간 길이와 부위별 둘레에 대한 측정 결과를 Fig. 2와 3에 나타냈다. 유의성은 인정되지 않았지만 주간 길이는 좌우 모두 사료의 단백질 수준이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내어 T3구가 가장 길었고 T1구가 가장 짧았다. 부위별 주간 둘레도 하대를 제외하고는 주간 길이와 비슷한 경향을 나타냈다. 진 등(2003)은 사료의 단백질 수준이 녹용 주간 길이나 둘레에 영향을 미치지 않는으나 녹용 생산과 녹용의 주간 길이 및 둘레는 매우 밀접한 상관관계를 갖고 있는 것으로 분석했다. 또한 녹용 성장기간 중에 불량한 영양상태는 녹용의 크기와 품질을 저하시킨다는 연구 보고가 알려져 있다(French 등, 1956; Cowan and Long, 1962; Blaxter 등, 1974; Hyvarinen 등, 1977). 따라서 사료 중의 단백질 수준이 녹용의 크기에 유의적인 영향을 미치지 않았다 하더라도 사슴의 건물섭취량에 영향을 미쳤으며 결과적으로 녹용 생산에도 어느 정도 직접적으로 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다. 한편 녹용의 크기는 개체차가 심하고 어느 일정 수준 이상의 영양 상태에서는 큰 차이를 나타내지 않는다는 연구보고(Muir 등, 1987)도 있어 집단 전체의 평균 크기에 있어서는 유의

Fig. 2. Mean (\pm SEM) length of main beam of antler in spotted deer fed diets at different protein level.

* NS : not significant.

** See Table 1 on the details.

Fig. 3. Mean (\pm SEM) girth of main beam of antler in spotted deer fed diets at different protein level.

* NS : not significant.

** See Table 1 on the details.

사료 중 단백질 수준을 달리하여 녹용 생산량을 측정한 결과를 Fig. 4에 나타냈다. 녹용 생산량은 사료의 단백질 수준이 증가함에 따라 비례해서 높아지는 경향을 뚜렷이 나타내고 있어 T1구에서는 555 ± 93 g으로 가장 낮았으며 T3구에서는 902 ± 131 g으로 가장 높아 두 처리구 사이에는 유의성($P < 0.05$)이 인정되었다. 사슴의 녹용은 골조직의 일부로서 봄에 성장을 개시하여 늦여름과 가을에 각질화 되면서 상피조직인 벨벳이 탈피되며 이때 부터는 성장은 멈추고

Fig. 4. Mean (\pm SEM) antler production in spotted deer fed diets at different protein level.

* See Table 1 on the details.

일종의 죽은 조직으로 유지되다 이듬해 봄에 이 죽은 조직이 탈락되고 새로운 골조직이 성장하는 일년의 주기성을 갖고 있다(Chapman, 1975). 특히 녹용이 새롭게 성장하는 시기에는 단백질과 같은 영양소의 녹용 조직내 농도가 높아지고 있어(Kay와 Staines, 1981) 그만큼 영양소의 요구량이 높을 것으로 추정되고 있다. 녹용의 성장은 유전이나 환경 등과 같은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있으나 동일한 조건이라면 그만큼 영양적 요인에 의해 거의 절대적인 영향을 받게 된다(French 등, 1956; Blaxter 등, 1974, Haigh와 Hudson, 1993). Fennessy와 Suttie(1985)는 유전적 잠재력을 최대한 이끌어 내는 녹용 성장을 위해서는 사슴에 대한 영양관리가 양호해야 하며 따라서 영양관리의 양부가 녹용 생산성에 직접적인 영향을 미친다고 지적하고 있다. 특히 녹용 성장기 동안의 사료 중 단백질 함량은 녹용 생산성에 큰 영향을 미치기 때문에(French 등, 1956; McEwen 등, 1957; Liang 등, 1993; Suttie 등, 1996) 적절한 단백질 수준을 유지해 주는 것이 무엇보다 중요한 사항임을 제시하고 있다. 특히 영년초지에서 방목 위주로 녹용을 생산하는 뉴질랜드에서도(Suttie 등, 1996) 필요한 경우 보충사료를 급여하고 있으며 중국의 경우에는 녹용 성장기 동안 거의 약 25% 정도의 사료 단백질 수준을 유지하기 위한 사양관리를 실시하며 그와 더불어 사료효율을 높이기 위한 급

여법을 채택하고 있는 것으로(Pearse 등, 2000) 알려져 있다.

본 실험에서도 사료의 단백질 수준은 녹용 생산성에 절대적인 영향을 미치고 있는 것으로 분석되고 있어 녹용 생산성을 향상시키기 위해서는 사료의 단백질 수준을 높여주는 것이 바람직 할 것으로 여겨진다. 또한 본 실험에서는 T2구의 녹용 생산성이 T1구 및 T3구와의 차이에 대한 유의성이 인정되지 않았으나 T1구와 T3구 사이에는 통계적 유의성이 인정되었기 때문에 적어도 15% 이상 20% 가까운 정도의 사료 중 단백질 함량이 녹용 생산성을 향상시키기 위해 필요할 것으로 판단된다. 전 등(2003)의 보고에 의하면 13%와 19%의 사료 단백질을 급여한 경우에도 레드이어의 녹용 생산성에 큰 차이가 없었다고 보고 했으며 McEwen 등(1957)은 white-tailed deer에 있어서 약 17% 정도, Liang 등(1993)은 꽃사슴에 있어 약 20~23% 정도의 단백질 수준을 제공해야 녹용 생산성을 증가 시킬 수 있을 것이라 보고하고 있어 적정 사료내 단백질 수준은 약 17% 이상이 될 것으로 추정된다. 반면 녹용 성장기 이외의 기간, 특히 겨울철의 사양관리도 녹용 생산성과 밀접한 관계가 있어 겨울철 사양관리의 양부는 녹용 성장기 동안의 사양관리에도 영향을 미친다는 보고(Muir와 Skyes, 1988; Fennessy, 1989)도 있기 때문에 추후 면밀한 검토가 요구된다.

Table 3은 사료의 단백질 수준을 달리하여 생산한 녹용시료의 일반성분을 분석한 결과를 나타낸 것이다. 조단백질 함량은 상대에서 하대로 갈수록 낮아졌으며 처리간의 차이는 T3구에서 T1과 T2구에 비해 약간 낮아지는 경향이 있었으나 유의성이 인정될 정도의 차이는 아니었다. 조지방 및 조섬유의 함량도 비슷한 경향을 나타냈으며 조회분의 경우는 T3구에서 유의성은 인정되지 않았지만 다소 높아지는 경향을 나타냈다. Table 3에서 나타낸 바와 같이 녹용 성분의 대부분은 단백질이며 따라서 녹용 성장을 위해서는 단백질의 공급은 필수적이다. 그러나 사료의 단백질 수준이 녹용 성장을 촉진하기는 하나 구성 성분의 변화는 미비한 것으로 보아 녹용의 골세포를 둘러싸고 있는 matrix

Table 3. Chemical composition by section of velvet antler in spotted deer fed experimental diets at different protein level

Treatment*	Velvet section	Chemical composition**				
		CP	EE	CF	Ash	NFE
..... % in DM						
T1	Top	74.1±2.7	5.3±1.4	2.0±0.5	14.4±2.3	4.2±0.5
	Middle	59.2±6.2	3.6±0.9	1.7±0.2	33.9±4.7	1.6±0.3
	Base	53.7±4.3	2.5±0.7	2.1±0.4	37.8±5.1	3.9±0.6
T2	Top	67.7±3.3	4.7±0.5	1.7±0.5	17.7±2.6	8.2±1.7
	Middle	60.2±5.8	3.6±0.5	1.5±0.3	34.1±3.8	0.6±0.5
	Base	54.0±2.7	2.9±0.8	1.5±0.5	41.2±1.5	0.4±0.5
T3	Top	68.3±5.3	4.3±0.6	1.3±0.4	21.6±2.6	4.5±1.2
	Middle	59.3±1.8	3.2±0.9	2.1±0.6	34.8±2.1	0.6±0.4
	Base	54.2±2.4	2.3±0.6	2.1±0.3	41.3±1.6	0.1±0.1

NS : not significant between treatments.

* See Table 1 on the details.

** CP: crude protein, EE: ether extract, CF: crude fiber, Ash: crude ash.

NFE: nitrogen free extract.

의 구성 성분이 되고 있는 단백질은 기본적으로 크게 변화되지 않고 골화(mineralization)의 정도에 의해 구성 성분의 변화가 있는 것으로 추정된다. 즉 녹용 크기에 관계없이 녹용을 구성하는 기본 성분은 별 차이가 없으며 골화가 진행되면서 조회분의 함량이 높아지고 조단백질의 함량이 상대적으로 줄고 있음을 알 수 있으며, 특히 성장이 좋았던 T3구에서 조회분이 높고 조단백질이 낮은 것은 그만큼 성장이 다른 두 구에 비해 빨랐기 때문에 골화의 정도가 조금 더 진행된 것이 원인이 아닌가 여겨진다. 골화가 빨리 진행되는 하대에서 조회분 함량이 높고 조단백질 함량이 낮은 결과가(Sunwoo, 1995; Lee 등, 2003) 이를 뒷받침 하고 있는 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 꽃사슴에 있어서 사료내 단백질 수준이 녹용 생산성과 조성분 변화에 미치는

영향을 검토하여 녹용 생산성 향상을 위한 기초자료로 제시하고자 꽃사슴 18두를 3개의 처리구로 나누어 각각 사료내 단백질 수준을 10%(T1), 15%(T2) 및 20%(T3)로 하여 녹용 성장기에 사양실험을 실시했다. 건물섭취량 및 조단백질 섭취량 그리고 일당 증체량은 사료의 단백질 수준이 증가함에 따라 높아져 처리간 유의성(P<0.05)이 인정되었다. 생산된 녹용의 주간 길이 및 둘레의 경우도 사료의 단백질 수준이 높아질수록 증가하였으나 차이에 대한 유의성은 인정되지 않았다. 녹용 생산성은 역시 사료의 단백질 수준이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여(P<0.05) T1구에서 가장 낮은 생산량을 나타냈고 T3에서 가장 높은 생산량을 기록했다. 녹용의 조단백질은 T1구에 비해 T3구에서 다소 낮았으며 조회분은 반대의 경향을 나타냈으나 유의적 차이는 인정되지 않았다. 결론적으로 녹용의 생산성을 증가시키기 위해서는 사료내 단백질 수준을 적정 수준으로 유지해 줄 필요가 있으나 녹용 품질에는 별 영향

을 미치지 않는 것으로 판단된다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C., U.S.A.
2. Blaxter, K. L., Kay, R. N. B. and Sharman, G. A. M. 1974. Farming the red deer. The 1st report of an investigation by the Rowett Res. Inst. and the Hill Farming Res. Org. Dept. Agric. and Fisheries for Scotland, Edinburgh. pp. 42-47.
3. Chapman, D. I. 1975. Antlers-bones of contention. Mammal review. 5:122-172.
4. Cowan, R. L. and Long, T. A. 1962. Studies on antler growth and nutrition of white-tailed deer. Paper No. 107 Pennsylvania Cooperative Wildl. Res. Unit. pp. 54-61.
5. Fennessy, P. F. and Suttie, J. M. 1985. Antler growth: Nutritional and endocrine factors. In: Biology of deer production. Fennessy, P. F. and Drew, K. R. (ed). Royal Society of New Zealand bulletin 22:239-250.
6. Fennessy, P. F. 1989. Velvet antler production: Feeding and breeding. In: Proc. 14th Annual New Zealand Deer Farmers' Assoc. Conf. pp. 15-17.
7. Fennessy, P. F. 1995. Deer and deer farming-The New Zealand Experience. In: Biotechnology in the feed industry. Lyons, T. P. and Jacques, K. A. (ed). Proc. Alltech's 11th Annual Symp. Nottingham Univ. Press. pp. 157-173.
8. Forbes, J. M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Butterworth & Co. Ltd. London.
9. Forbes, T. J. and Jackson, N. 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.
10. French, C. E., McEwen, L. C., Magruder, N. D., Ingram, R. H. and Swift, R. W. 1956. Nutrient requirements for growth and antler development in the white-tailed deer. J. Wildl. Manage. 20:221-232.
11. Geist, V. 1986. Super antler and pre-World War II European research. Wildl. Soc. Bull. 14:91-94.
12. Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis(Apparatus, Reagents, Procedure and some Application). Agricultural Hand Book No. 379. Agricultural Research Services. USDA, Washington, DC.
13. Haigh, J. C. and Hudson, R. J. 1993. Farming wapiti and red deer. Mosby-Year Book, Inc. St. Louis, Missouri. pp. 149-153.
14. Hyvarinen, H., Kay, R. N. B. and Hamilton, W. J. 1977. Variation in the weight, specific gravity, and composition of the antlers of red deer. Br. J. Nutr. 28:301-311.
15. Kay, R. N. B. and Staines, B. W. 1981. The nutrition of the red deer (*Cervus elaphus*). Nutritional abstracts and reviews-series B 51:601-622.
16. Lee, B. Y., Lee H. O. and Choi, H. S. 2003. Analysis of food components of Korean deer antler parts. Korean J. Food Sci. Technol. 35(1):52-56.
17. Liang, F., Wang, Q. and Wen, T. 1993. Deer feeding for velvet production. The 4th ARRC International Symposium. pp. 115-122.
18. McEwen, L. C., French, C. E., Magruder, N. D., Swift, R. W. and Ingram, R. H. 1957. Nutrient requirements of the white-tailed deer. Trans. N. Amer. Wildl. Conf. 22:119-132.
19. Muir, P. D. and Sykes, A. R. 1988. Effect of winter nutrition on antler development in red deer(*Cervus elaphus*): a field study. NZ J. Agric. Res. 31:145-150.
20. Muir, P. D., Skyes, A. R. and Barrell, G. K. 1987. Growth and mineralisation of antlers in red deer(*Cervus, elaphus*). NZ J. Agric. Res. 30:305-315.
21. Murphy, D. A. and Coates, J. A. 1966. Effects of dietary protein on deer. Trans. North Am. Wildl. Nat. Resour. Conf. 31:129-139.
22. Okamoto, M. 1974. Studies on the ruminating behavior and the digestive physiological significance of rumination. Bullt. Hokaido Agric. Exper. Stat. 30:1-72.
23. Pearse, A. J. and Fennessy, P. F. 1991. Optimal velvet antler production in wapiti and red deer. In: Wildlife production: Conservation and sustainable development. L. A. Renecker and R. J.

- Hudson (ed). Agric. For. Exper. Stat. Univ. Alaska Fairbanks, Alaska. pp. 548-556.
24. Pearse, A. J., Suttie, J. M. and Corson, I. D. 2000. Velvet antler production-Improved nutrition and management. Proc. of Asia Austr. Anim. Prod. (C):51-53.
25. SAS. 1995. SAS user's guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC
26. Sunwoo, H. H. 1995. Chemical composition of antlers from wapiti (*Cervus elaphus*). J. Agri. and Food Chem. 43(11):2846-2849.
27. Suttie, J. M., Webster, J. R., Littlejohn, R. P., Fennessy, P. F. and Corson, I. D. 1996. Increasing velvet production by improved nutrition. Deer Branch of the New Zealand Vet. Asso. Procd. of a deer course for veterinarians. 13:149-153.
28. Ullrey, D. E. 1983. Nutrition and antler development in white-tailed deer. In: Antler development in Cervidae. R. D. Brown (ed). Proc. 1st Intern. Symp. Caesar Kleberg Wildl. Res. Inst. Colleg. Agric. Texas A & I Univ. Kingsville, Texas. pp. 49-59.
29. 전병태, 문상호, Hudson, R. J. 2003. 사료의 단백질 수준이 Red deer(*Cervus elaphus*)의 녹용 생산에 미치는 영향. 동물자원지. 45(4):577-584.
30. KDFA. 2003. 한국양록협회.
(접수일자 : 2005. 7. 19. / 채택일자 : 2005. 10. 14.)