

사료의 단백질 수준이 Red Deer(*Cervus elaphus*)의 녹용생산에 미치는 영향

전병태*·문상호*·R. J. Hudson**

건국대학교 한국녹용연구센터*, Department of Renewable Resources, Faculty of Agriculture, Forest and Home Economics, University of Alberta, Edmonton, Canada**

Effects of Dietary Protein Level on Velvet Antler Production in Red Deer(*Cervus elaphus*)

B. T. Jeon*, S. H. Moon* and R. J. Hudson**

Korea Nokyong Research Center, Konkuk University*, Department of Renewable Resources, Faculty of Agriculture, Forest and Home Economics, University of Alberta, Edmonton, Canada**

ABSTRACT

Three dietary treatments were compared over two years to determine the effects of dietary protein levels and feeding patterns on velvet production in red deer (*Cervus elaphus*). The LL group received a 13% protein diet whereas the HH group received a 19% protein diet. The LH group switched from the low to high protein diet at the time of antler casting. Significant relationships were found between velvet production and the girth and length of main beam ($p<0.01$), daily growth rate of velvet ($p<0.01$), body weight at cutting time ($p<0.05$ in 1998 and $p<0.01$ in 1999), date of casting ($p<0.01$), and body weight and velvet production of the previous year ($p<0.05$ in 1998 and $p<0.01$ in 1999). Different levels of protein in diets in this study did not show statistically significant different effects in general. The girth of velvet, summed for top, middle and bottom of the main beam, tended to be thickest in HH for two years and thinnest in LL for 1998 and in LH for 1999. The main beam tended to be longest in HH at 46.3cm in 1998 and 45.2cm in 1999 and shortest in LH at 39.9cm in 1998 and 41.5cm in 1999. Velvet fresh weight tended to be highest in HH at 2,600±1,000g in 1998 and 3,038±867g in 1999 and lowest in LH at 2,287±826g in 1998 and 2,739±1,079g in 1999. Daily growth rate of velvet antler tended to be greatest in HH (43±16g/day in 1998 and 51±14g/day in 1999) and least in LH (38±15g/day in 1998 and 45±18g/day in 1999).

(Key words : Protein level, Feeding time, Red deer, Velvet antler)

I. 서 론

오래 전부터 중요한 한의약 재료로 활용되고 (Fennessy, 1989) 있는 양록산업의 주 생산물이 녹용은 우리나라를 비롯 동양권 국가들에서 다. 사슴의 녹용 생산에는 여러 가지 요인들이

본 연구는 건국대학교의 지원에 의해 수행한 것임.

Corresponding author : S. H. Moon, Department of Animal Science, College of Natural Sciences, Konkuk University, Danwol-dong 322, Chungju, Chung-Buk, 380-701. Korea Tel: 043-840-3527
E-mail: moon0204@kku.ac.kr

영향을 미치고 있는 것으로 관련 연구를 통해 단계적으로 규명되고 있으며 이를 바탕으로 녹용생산성 향상을 위한 시도가 활발히 진행되고 있다. 녹용생산성은 사슴의 연령과 밀접한 관계가 있어 연령에 따라 단계적으로 증가하여 보통 7~8년(Blaxter 등, 1974)에서 10년(Wolfe, 1983) 정도에 최고조에 이른 후 점차 감소하는 것으로 알려져 있으며 또한 사슴의 건강상태와 유전적 요인(Zhou와 Wu, 1979; Moore et al., 1988)에 의해서도 영향을 받는 것으로 보고되고 있다. 그러나 동일한 조건의 사육환경이라면 사슴의 녹용생산성은 영양상태에 의해 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있어(Haigh와 Hudson, 1993) 이에 대한 보다 심도 있는 검토가 요망된다.

단백질 함량이 낮은 사료의 경우 사슴의 녹용 size를 적게하여 생산성이 저하되고 단백질 함량이 높으면 생산성이 향상된다는 연구결과가 보고되고(Geist, 1986) 있다. 그러나 사료의 단백질 수준이 사슴의 녹용생산성에 미치는 영향에 대해서는 연구자들에 따라 다소 다른 경향이 나타나고 있어 녹용생산성 향상을 위해서는 대략 사료 중에 단백질이 17~23% 정도는 함유되어 있어야 한다고 보고(French 등, 1956; McEwen 등, 1957; Liang 등, 1993)되고 있다. 한편 고단백질 사료의 급여시기에 대해서도 연구자에 따라 조금씩 다른 결과가 제시(Ullrey, 1983; Muir와 Sykes, 1988; Pearse와 Fennessy, 1991; Fennessy, 1995)되고 있다. 따라서 이들 선행 연구결과들을 종합해 볼 때 녹용의 성장에는 사료 중의 단백질 함량이 절대적인 영향을 미치고는 있으나 급여 사료의 단백질 수준과 급여시기에 따라 다양한 결과가 예상되므로 이에 대한 명확한 검증이 요구된다.

본 연구는 급여사료의 단백질 수준과 고단백질 사료의 급여시기가 red deer(*Cervus elaphus*)의 녹용생산성에 미치는 영향을 검토하기 위해

실시되었다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 1998년 2월 10일부터 동년 6월 25일까지 그리고 1999년 2월 8일부터 동년 6월 18일까지 2개년에 걸쳐 경북 김천 소재 매일유업(주) 김천사슴목장에서 수행되었으며 실험기간 중 레드디어 수사슴 45두를 공시하여 사양실험을 실시했다. 공시사슴은 1998년도에 6년생 24두와 4년생 21두로 구성되었고, 1999년도에는 7년생 24두와 5년생 21두로 구성되어 각각 연령과 전년도 녹용생산성을 고려하여 3개 군으로 분류하였다. 사양실험 개시전년도의 녹용생산 기록은 Table 2에 나타낸 것과 같다.

고연령의 사슴 8두와 저연령의 사슴 7두로 구성된 각각의 3개군은 사료 중의 단백질 함량을 달리한 실험사료가 급여되었다. 제1군은 실험농장의 일상적 사료조건(조단백질 함량 13%)이 유지되도록 실험기간동안 지속적으로 급여 사료의 조단백질 함량을 13% 수준(LL구)으로 유지했고, 제2군은 이보다 높은 단백질 수준을 제공하기 위해 19%(HH구)의 조단백질 수준이 유지되도록 하였으며, 제3군(LH구)은 실험개시부터 실험사슴의 50%가 낙각(탈각)되는 시점까지는 급여사료의 조단백질 함량을 13% 수준으로 유지하였으나 낙각 후(1998년 3월 12일, 1999년 3월 8일)에는 제2군과 동일하게 조단백질 함량이 19% 수준이 되도록 조절하였다. 각 실험군의 사육목구는 사육두수(15두/목구)에 충분한 정도의 사육면적(약 500평/목구)이 제공되었으며 사조길어도 목구당 20m가 확보될 수 있도록 하여 군 사육이지만 개체공간 및 채식공간 확보가 충분하도록 배치하였다.

실험사료는 알팔파 큐브와 비트펠프, 루핀 알곡 및 시판 농후사료를 각 군의 실험조건에 맞춰 Table 1에 나타낸 것과 같이 배합, 1일 급

여량의 반량씩 오전과 오후로 나누어, 건물기준 체중의 약 2.5% 정도를 급여하였다. 물은 각 목구내에 연못이 존재하여 일상적으로 자유 음수가 가능했으며, 미네랄 블록을 목구당 세 개씩 제공하여 실험사슴들이 자유롭게 섭취할 수 있도록 했다. 체중은 실험개시 전과 실험종료 후에 각각 측정하였다.

각 실험군의 녹용생산성 측정을 위해 낙각 기준 60일의 녹용생장기간을 두고 전군의 실험 사슴들에 대한 절각작업을 수행, 녹용을 채취하였다. 녹용절각은 개체마다 낙각 일과 절각 예정일이 다른 관계로 순차적으로 시행했으며 마취제(succicholine)를 사용하여 마취 후, 외과용 수술톱으로 절각작업을 수행했다. 채취된 녹용은 현장에서 중량과 녹용둘레 및 주간 길이를 측정하였다.

처리구별 각 측정치에 대한 통계적 검증은 통계전용 소프트웨어 SAS package(1995)를 이용하였으며 처리구간 평균값의 유의성 검증은 일반선형모델(General Linear Model)을 활용, Duncan의 다중분석법(multiple range test)으로 분석했다.

각 처리구별 사료급여량 및 녹용생산성에 대한 자료를 Table 1과 2에 각각 나타냈다.

Table 1. Feeding rate(kg/head/day) of experimental diets for red deer

Feed	LL (LN)	HH (HNE)	LH* (HNL)
Concentrate	1.4	1.1	1.1
Alfalfa bale	0.8	0.8	0.8
Beet pulp	1.8	1.1	1.1
Lupin seed	—	0.9	0.9
CP content	13%	19%	19%

LL(LN) : Low nutrition.

HH(HNE) : Early feeding of high nutrition.

LH(HNL) : Late feeding of high nutrition.

Table 2. Previous records for velvet production of experimental deer

Year	LL (LN)	HH (HNE)	LH* (HNL)
1998	2,030g	2,029g	2,031g
1999	2,544g	2,416g	2,481g
Average	2,287g	2,222g	2,256g

* See Table 1 on the detail.

III. 결과 및 고찰

Fig. 1과 2는 실험사슴에서 생산된 녹용의 주간 둘레 및 길이를 년도별 평균치로 나타낸 것이다. 녹용의 주간 둘레는 상대, 중대 및 하대 부위의 둘레를 합한 평균치로서 1998년과 1999년의 실험 모두 HH구에서 가장 높았으나 나머지 두 처리구와의 사이에 통계적 유의성은 인정되지 않았다($P>0.05$). 녹용의 주간 길이 역시 2년간의 실험에서 모두 HH구가 가장 길었고 LH구가 가장 짧았으나 유의성($P>0.05$)은 인정되지 않았다. 급여사료의 단백질 수준에 따른 처리구의 차이는 인정되지 않았으나 녹용의 주간 둘레와 길이는 각각 녹용생산에 밀접한 ($P<0.01$) 관계가 있는 것으로 분석되었다(Table

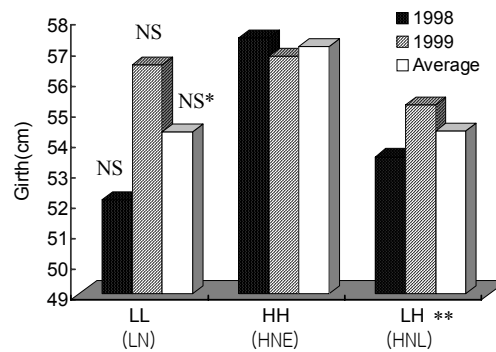


Fig. 1. The girth of main beam of velvet by nutritional treatment in red deer.

* NS : Non significant($p>0.05$).

** See Table 1 on the detail.

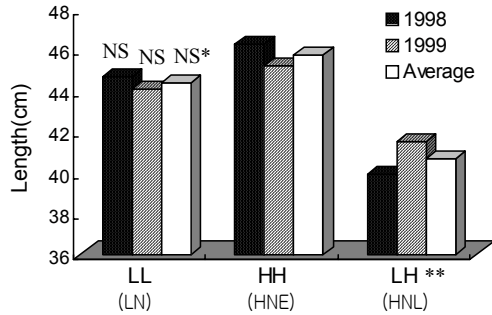


Fig. 2. The length of main beam of velvet by nutritional treatment in red deer.

* NS : Non significant(p>0.05).
 ** See Table 1 on the detail.

3). 녹용생산과 영양과의 관계를 검토한 연구결과(French 등, 1956; Cowan과 Long, 1962; Hyvarinen 등, 1977)들에서는 녹용성장기 중의 불량한 영양상태는 녹용 size를 축소시킨다고 보고되고 있는데, 본 실험의 경우는 1998년과 1999년 모두 단백질 함량이 높은 사료를 전 실험기간을 통해 급여한 HH구에서 녹용의 굵기나 길이가 실험기간 동안 단백질 수준이 낮았던 LL구나 낙각후 단백질 수준을 높인 LH구에 비해 약간 높은 결과를 나타내긴 했으나 처리간에 유의성은 인정되지 않았다. 따라서 급여사료의 질적 향상은 녹용생산성 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단되나 다른 요인들도 복합적으로 관여하기 때문에 녹용생산에

는 단일요소가 관여한다고 단정하기에는 다소 어려움이 있는 것으로 여겨진다. 특히 낙각 후 녹용성장기 동안 단백질 수준이 높은(19%) 사료를 급여한 LH구가 실험기간 내내 단백질 수준이 낮은(13%) 사료를 급여한 LL구에 비해서 녹용의 둘레는 큰 차이가 없었으나 주간 길이가 작았던 것은 이를 뒷받침하는 결과로 받아들여진다. Red deer의 경우 13% 이상의 단백질 수준에서 녹용의 성장은 큰 차이가 없으며 또한 무리 생활을 하는 사슴에 있어서는 개체간 서열관계가 매우 강하게 나타나는 특성이 있어 본 연구결과에서도 나타났듯이 개체간 변이가 크고 이러한 요인은 전체군의 평균적인 녹용 크기에 있어 처리간의 유의성이 인정되지 않았던 한 요인이 되지 않았나 판단된다. Muir 등 (1987)에 의하면 red deer의 경우 급여사료의 단백질 수준이 13%와 19%로 달리했을 때 녹용의 크기는 거의 차이가 없었다고 보고하고 있어 이를 뒷받침하고 있었다.

Fig. 3과 4는 각 실험년도별 녹용생산량과 일일 녹용성장량을 나타낸 것이다. 1998년의 경우 HH구가 평균 2,600±1,000g/두로서 가장 높았고 LH구가 2,287±826g/두으로 가장 낮은 생산성을 나타냈으나 처리간의 유의성은 인정되지 않았다(P>0.05). 1999년의 실험에서도 HH구가 평균 3,038±867g/두로 가장 높은 생산성

Table 3. Relationships between velvet production and several factors in red deer

Factor	1998	1999
Girth of main beam	0.313	0.882**
Length of main beam	0.783**	0.706**
Daily growth rate of velvet	0.769**	0.994**
Body weight at cutting time	0.572*	0.757**
Velvet production of previous year	0.919**	0.718**
Body weight of previous year	0.486*	0.840**
Date of casting	-0.744**	-0.724**

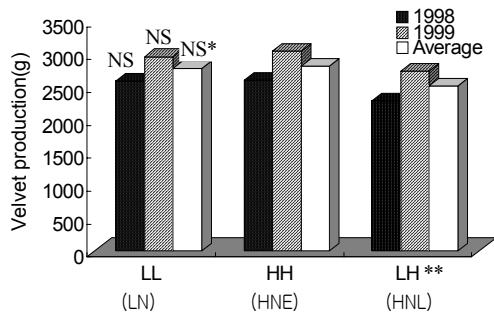


Fig. 3. The velvet production by nutritional treatment in red deer.

* NS : Non significant(p>0.05).
 ** See Table 1 on the detail.

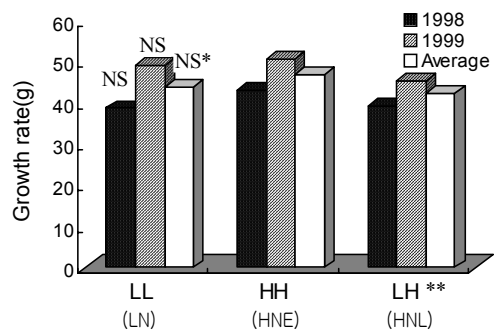


Fig. 4. Daily growth rate of velvet by nutritional treatment in red deer.

* NS : Non significant(p>0.05).
 ** See Table 1 on the detail.

을 보였으며 LH구가 2,739±1,079g/두로 가장 낮은 생산성을 나타냈으나 역시 처리간에 유의성은 인정되지 않았다. 일당 녹용생산량은 1998년의 경우 HH구가 43±16g으로 가장 높았고 LH구가 38±15g으로 가장 낮았으나 처리간의 유의성은 인정되지 않았다. 또한 1999년의 실험에서도 같은 경향이 나타났다. 일반적으로 사슴의 녹용생산은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받으나 유전 또는 환경적 요인이 비슷한 경우라면 영양상태에 의해 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다(French 등, 1956; Blaxter 등, 1974; Suttie와 Kay, 1983; Haigh와 Hudson, 1993). 특히 녹용생산성은 녹용생장기 동안의

사료 중 단백질 함량의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있어 이 시기에 white-tailed deer의 경우 단백질은 17%(McEwen 등, 1957), 꽃사슴의 경우 20~23%(Liang 등, 1993) 정도의 수준으로 제공되어야 녹용생산성을 향상시킬 수 있다고 보고되고 있다. 본 실험에서는 red deer에 있어서 LL구는 13%(실제 급여 단백질 수준 12.8%)의 단백질 수준이 사료 중에 함유되도록 사료를 배합하여 제공하였고 HH구와 LH구는 급여시기가 다를 뿐 사료 중에 단백질 함량이 19%(실제 급여단백질 수준 18.7%)가 되도록 설계되었는데 이른 시기부터 고단백질 수준의 사료를 급여한 HH구는 녹용생산성이 LL구에 비해 다소 향상되었던 반면에 낙각 이후부터 고단백질 수준의 사료를 급여한 LH구는 HH구는 물론이고 LL구에 비해서도 낮은 녹용생산성을 나타내었으나 이 역시 처리간에 유의성은 인정되지 않았다. 선행된 일부 연구자들의 연구결과에 의하면 사료중의 단백질 함량이 녹용 성장에 절대적인 영향을 미친다고 하는 증거는 아직 미약한(Pearse와 Fennessy, 1983) 것으로 알려지고 있다. 따라서 겨울기간 동안 보충사료를 급여한 사슴들은 그렇지 않은 사슴들에 비해 녹용생산성이 다소 개선되기는 하나 절대적이지 않았으며(Muir와 Skyes, 1988; Fennessy, 1989), red deer에 있어 단백질 수준 17%의 보충사료의 급여를 통해 섭취사료의 단백질 수준을 달리하였을 경우 겨울철 영양적인 제한이 있었던 사슴들에 있어서는 유의적인 차이가 인정되었으나 겨울철에 영양적인 제한이 없었던 경우는 처리간에 유의성이 인정되지 않았고(Muir와 Skyes, 1988), 사슴의 최대섭취량 이하의 사료조건에서 녹용생산성은 약간 저하되기는 하나 그 영향력은 상대적으로 낮아 겨울철 영양관리가 좋았던 사슴에서는 녹용생산성에 큰 차이가 없는 것으로(Fennessy, 1995) 알려져 있다. 또한 동일한 단백질 수준에서는 보호단

백질 함량의 차이에 의해서도 녹용생산성에 미치는 영향은 인정되지 않고 있는데(Suttie와 Corson, 1993) 이는 숙주동물인 사슴에게 직접적으로 이용되는 보호단백질이 녹용 보다는 사슴의 성장에 큰 영향을 미치지 때문인 것으로 알려져 있고, red deer의 경우 급여사료의 단백질 수준을 13%와 19%로 달리했을 때도 고단백질 사료를 급여한 구가 약간의 녹용생산이 증가되는 경향은 있으나 처리간의 유의성이 인정되지 않는다는 보고(Muir 등, 1987)가 있다. 그러나 많은 연구결과에서 사슴의 녹용생산성 향상을 위해서는 녹용성장기 이전부터 단백질 수준의 향상이 필요하고(Ullrey, 1983), 낙각 전까지의 양호한 사양관리가 녹용성장기에 녹용의 성장률에 영향을 미치며(Fennessy, 1995), 또 고단백질 사료의 급여시기도 중요한 요인(Fennessy, 1989)이라 하여 급여사료의 영양수준이 녹용의 성장에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 이를 종합해 볼 때 녹용의 성장은 사료의 영양수준이 큰 영향인자가 되고는 있으나 그 외에도 여러 가지 겨울철 사양관리나 고단백질 사료의 급여시기 및 환경요인 등에 의해서도 지배될 수 있을 것으로 판단된다. 본 실험의 경우 사료중 단백질의 수준이 처리간에 상당한 차이가 있었음에도 불구하고 유의적인 차이가 인정되지 않은 것은 red deer에 있어서 겨울철 영양관리(CP 13% 수준)가 양호했기 때문에 녹용성장기간 중의 사료단백질 수준 차이가 녹용생산성에 크게 영향을 미치지 않았던 것 같으며 또한 사슴의 개체간 편차(Muir 등, 1987)가 크게 작용한 것이 아닌가 여겨진다. Table 3에서 나타낸 바와 같이 녹용생산성은 전년도 녹용생산성($P < 0.01$), 절각시의 체중($P < 0.05$, 0.01) 및 전년도 체중($P < 0.05$, 0.01)과 밀접한 관계를 맺고 있는 것으로 분석되고 있어 서열관계가 철저히 지켜지고 있는 사슴집단에서 개체간의 편차가 녹용의 평균생산성에도

영향을 미쳐 처리간에 유의적인 차이를 나타내지 않은 것으로 판단된다. 따라서 red deer의 경우 겨울철 사양관리가 양호한 조건에서는 13% 이상의 단백질 수준에서 녹용생산성에 미치는 영향은 상대적으로 미약한 것으로 추정되나 이 실험만으로 단정짓기는 어려운 것으로 판단되는 바 추후 개체간의 편차를 고려하여 실험사슴 두수를 늘려 보다 광범위한 사양실험을 통해 면밀히 검토되어야 할 것으로 여겨진다.

IV. 요약

본 연구는 급여사료의 단백질 수준과 고단백질 사료의 급여시기가 레드디어의 녹용생산성에 미치는 영향을 검토하기 위해 급여사료의 단백질 수준을 13%(LL구)와 19%(HH구)로 달리하였으며 또한 단백질 함량 19%의 사료 급여시기를 각각 낙각 전(HH구)과 낙각 시점(LH구)으로 달리하여 사양실험을 실시했다.

녹용의 주간 둘레는 상대, 중대 및 하대 부위의 둘레를 합산한 평균치로서 1998년과 1999년의 실험 모두 HH구에서 가장 높았으나 나머지 두 처리구와의 사이에 유의적인 차이는 인정되지 않았다($P > 0.05$). 녹용의 주간 길이 역시 2년간의 실험에서 모두 HH구가 가장 길었고 LH구가 가장 짧았으나 유의성($P > 0.05$)은 인정되지 않았다. 급여사료의 단백질 수준에 따른 처리간의 차이는 인정되지 않았으나 녹용의 주간 둘레와 길이는 각각 녹용생산에 밀접한($P < 0.01$) 관계가 있는 것으로 분석되었다. 녹용생산성에 있어서는 1998년의 경우 HH구가 평균 $2,600 \pm 1,000g$ 으로서 가장 높았고 LH구가 $2,287 \pm 826g$ 으로 가장 낮은 생산성을 나타냈으나 처리간의 유의성($P > 0.05$)은 인정되지 않았다. 1999년의 실험에서도 HH구가 평균 $3,038 \pm 867g$ 으로 가장 높은 생산성을 보였으며 LH구

가 2,739±1,079g으로 가장 낮은 생산성을 나타냈으나 역시 처리간에 유의성은 인정되지 않았다. 일당 녹용생산량은 1998년의 경우 HH구가 43±16g으로 가장 높았고 LH구가 38±15g으로 가장 낮았으나 처리간의 유의성은 인정되지 않았다. 또한 1999년의 실험에서도 같은 경향이 나타났다.

V. 인 용 문 헌

- 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.
- 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.
- Fennessy, P. F. 1989. Velvet antler production: Feeding and breeding. In: Proc. 14th Annual New Zealand Deer Farmers' Assoc. Conf. pp. 15-17.
- Fennessy, P. F. 1995. Deer and deer farming-The New Zealand Experience. In: Biotechnology in the feed industry. T.P. Lyons and K.A. Jacques (ed). Proc. Alltech's 11th Annual Symp. Nottingham Univ. Press. pp. 157-173.
- 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.
- Geist, V. 1986. Super antler and pre-World War II European research. Wildl. Soc. Bull. 14: 91-94.
- Haigh, J. C. and Hudson, R. J. 1993. Farming wapiti and red deer. Mosby-Year Book, Inc. St. Louis, Missouri. pp. 149-153.
- 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.
- Liang, F., Wang, Q. and Wen, T. 1993. Deer feeding for velvet production. The 4th ARRC International Symposium. pp. 115-122.
- 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.
- Moore, G. E., Littlejohn, R. P. and Cowie, G. M. 1988. Liveweights, growth rates and antler measurements of farmed deer stags and their usefulness as predictors of performance. NZ J. Agric. Res. 31:285-292.
- 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.
- Muir, P. D., Skyes, A. R. and Barrell, G. K. 1988. Growth and mineralisation of antlers in red deer(*Cervus, elaphus*). NZ J. Agric. Res. 30: 305-315.
- 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.
- SAS. 1995. SAS user's guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC
- Suttie, J. M. and Kay, R. N. B. 1983. The influence of nutrition and photoperiod on the growth of antlers of young red 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. 61-71.
- 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.

18. Wolfe, G. 1983. The relationship between age and antler development in wapiti. 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. 29-36.
19. Zhou, S. and Wu, S. 1979. A preliminary study of quantitative and character inheritance of antlers. Acta Genetica Sinica 6:434-440.
(접수일자 : 2003. 1. 13. / 채택일자 : 2003. 3. 5.)