

# 셀레늄 급여가 꽃사슴의 혈액과 녹용내 셀레늄 함량에 미치는 영향

김부연\* · 김명화\*\* · 전병태\*\* · 문상호\*\* · 이흥구\*\*\* · 이상락\*

건국대학교 동물생명과학대학\*, 건국대학교 한국녹용연구센터\*\*, 부산대학교 생명자원과학대학\*\*\*

## Effect of Selenium Feeding on Selenium Concentration of Blood and Velvet Antler in Sika deer (*Cervus nippon*)

Bu Yeon Kim\*, Myeong Hwa Kim\*\*, Byong Tae Jeon\*\*, Sang Ho Moon\*\*, Hong Gu Lee\*\*\* and Sang Rak Lee\*

College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University\*,  
Korea Nokyong Research Center, Konkuk University\*\*,  
Natural Resource and Life sciences, Busan National University\*\*\*

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of selenium feeding and supplementation in diet on the concentration of selenium in blood and velvet antler of spotted deer (Sika deer). Three spotted deer were fed high selenium concentration (6 mg/kg DM). Absorption and retention rates of selenium were examined by evaluating selenium concentrations in feces and urine. Stress-related hormones and serum biochemical parameters in blood were also evaluated for the purpose of detecting any negative effect by the high level of selenium feeding. Eight spotted deers were randomly assigned to two groups and were fed with one of two diets for 20 days, which were with or without the addition of 6 mg selenium /kg diet. Concentration of selenium in velvet antler was evaluated. Selenium concentration in blood of spotted deer fed high level selenium for 30 days was significantly increased ( $p<0.05$ ), retention rate of selenium reached 59.15%. No differences in level of stress-related hormone and biochemical parameters (NEFA, ALT, AST) in blood were observed by feeding high level selenium. The diet with selenium significantly increased concentrations of selenium in top (0.11 vs 0.45 ppm;  $p<0.001$ ), middle (0.08 vs 0.21 ppm;  $p<0.01$ ) and basepart (0.08 vs 0.15 ppm;  $p<0.05$ ) of velvet antler.

(Key words : Antler, Blood biochemical parameter, Retention rate, Selenium, Spotted deer, Toxicity)

### I. 서 론

세계 사슴산업은 녹육과 녹용의 생산을 주목적으로 하여 현재 그 사육두수가 약 380만 마리로 추산되는 큰 산업으로 성장하였다(DINZ, 2006). 녹용은 오래전부터 극동지역에서 한약의 주요 재료로 이용됨에 따라 녹육보다 부가가치가 크게 높지만 최근에는 이 녹용의 품질을 더

욱 향상시키기 위한 노력의 일환으로 급여사료의 조절을 통하여 생리활성 기능을 가지고 있을 것으로 기대하는 녹용의 생화학적 성분의 함량을 변화시키기 위한 연구들이 진행되고 있다. 셀레늄(Se)은 인체의 세포기능의 활성화에 필수적인 미네랄로 밝혀진(Schwarz와 Foltz, 1957) 이후로 암(Clark 등, 1996)과 바이러스성 감염(Rayman, 2000) 등과 같은 질병의 예방과

Corresponding author : Sang Rak Lee, College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul, 143-701, Korea.  
Tel : 02-450-3696, Fax : (02) 458-2124, E-mail : leesr@konkuk.ac.kr

치료에 효과가 있고, 가축의 경우 결핍되면 백근증, 간장염, 심장질환, 소화관 부종, 설사 등이 발생한다 (Kim과 Mahan, 2003; Eklow 등, 1981; Chen 등, 1981)는 것이 밝혀졌다. 이러한 생리적 기능을 가지는 셀레늄을 최근에는 각종 식물성의 식품 즉, 야채음료, 마늘, 양파, 버섯 등 (Combs, 2001)과 육류 (Knowles 등, 2004), 우유 (Knowles 등, 2004; Grace 등, 2001) 등과 같은 농산물의 기능성을 강화시키기 위한 연구들이 다양하게 수행되었다.

이러한 선행연구들을 바탕으로 고농도의 셀레늄을 사슴에게 급여할 경우 녹용내로 셀레늄을 전이시킬 수 있을지를 검토하였다. 그런데 소의 셀레늄의 적정공급량이 연구되어 있으나 사슴의 셀레늄 적정급여량이 연구되어 있지 않아 셀레늄의 과량공급으로 인한 사슴의 셀레늄 중독을 고려하지 않을 수 없다. 셀레늄의 중독 증상은 1993년 미국에서 최초로 발견(O'Toole 등, 1995)된 이후, 발굽이 빠지는 'alkali disease'와 'blind staggers'라 불리는 증상을 유발하며 (Magg와 Glen, 1967), 위장장애, 피부염, 신장 및 간 기능장애 등을 초래할 수 있다 (Edmonson 등, 1993).

이러한 관점에서 본 연구는 셀레늄이 함유된 기능성 녹용의 생산의 일환으로 두 가지의 실험을 통하여 고농도의 셀레늄을 꽃사슴에게 장기간 급여하였을 경우에 녹용내로 셀레늄 전이 여부와 셀레늄 급여로 인한 대사적 스트레스를 평가하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

고농도 셀레늄 급여가 꽃사슴에서 셀레늄의 체내 축적률과 혈액 내 농도 및 녹용 내 셀레늄 함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 대사실험과 농장실험의 두 번에 걸친 실험을 실시하였다.

### 1. 공시동물

본 연구를 위한 대사실험은 건국대학교 동물생명과학대학 내의 동물사육실에서 실시하였

다. 평균체중 76±6kg의 생후 2년생 수컷 꽃사슴 (*Cervus nippon*) 3두를 온도 18±1℃, 상대습도 55±5%로 설정된 사육실의 대사케이지에서 개별 사육하였다. 급여사료는 체중의 2.5% 수준의 알팔파 큐브를 1일 1회 오전 9시에 급여하였으며, 미네랄블럭과 물은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다. 사육환경과 사료에 대한 4주간의 적응기간을 거친 후 사슴들에게 40일간 익힌 단호박 (*Cucurbita maxima*) 약 10g에 sodium selenite, anhydrous (Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Se) 6.73 mg / kgBW<sup>0.75</sup> / day / head을 혼합하여 사료급여 직전에 급여한 후 섭취여부를 확인하였다.

농장실험은 충청북도 충주에 소재하는 사슴농장에서 생후 2년생의 평균체중 90±5kg의 수컷 꽃사슴 (*Cervus nippon*) 8두를 공시하여 10×10 m의 2개의 pen에서 사육하며 관행의 혼합조사료 사일리지와 농후사료(급여비율 3:7)를 1일 1회 오전 9시에 급여하였고 물과 미네랄블럭은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다. 급여사료의 영양성분은 Table 1에 나타내었다.

공시 꽃사슴을 각각 4두씩으로 나누어 셀레늄을 급여하지 않은 대조구와 셀레늄을 급여한 처리구로 구분하고 처리구의 사료에 sodium selenite, anhydrous (Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Se; Acros Organics Co.)

Table1. Ingredient and chemical composition of experimental diet fed to sika deer

Items	Composition, %
<b>Ingredient</b>	
Mixed roughage silage	30
Commercial concentrates	70
<b>Chemical composition<sup>1)</sup></b>	
Crude ash	5.34
Crude protein	11.93
Ether extract	2.87
Crude fiber	7.08
Acid detergent fiber	10.26
Amylase-treated neutral detergent fiber	27.97

<sup>1)</sup> Dry matter basis.

를 전체사료 kg당 6 mg이 함유되도록 혼합하여 절각 예정일 20일전 (낙각후 60일)부터 절각일까지 연속해서 급여하였다.

## 2. 혈액, 분뇨, 녹용의 채취

셀레늄 급여 7일 전과 급여 시작 일부터 10일, 20일, 30일 및 40일에 당일 셀레늄을 급여하고 7시간 후에 수의사의 도움으로 2% succinylcholine chloride 0.3~0.5 ml을 블로건을 이용하여 마취한 후 경정맥으로부터 약 30 ml 씩 채취하여 일부를 4℃, 3,000 rpm에서 15분간 냉장원심분리 한 후 혈청을 전혈과 함께 분석 전까지 -80℃에서 냉동 보관하였다.

분과 뇨의 sample은 셀레늄 급여 마지막 3일 동안의 전체 분과 뇨를 분리하여 채취하여 균질화한 다음 화학분석시까지 냉동 보관하였다.

녹용채취는 수의사의 도움으로 사슴에게 2% succinylcholine chloride 0.3~0.5ml을 블로건을 이용하여 마취한 후 뿔을 절단하여 -80℃에서 24시간동안 냉동시킨 후, 주지를 동일한 길이로 3등분하여 3일 동안 동결 건조하여 화학분석 시까지 냉동보관 하였다.

## 3. 화학분석

혈액, 분과 뇨 및 녹용의 셀레늄 농도는 AOAC (2000)의 방법에 준하여 ICP-MS (Thermo, Model X-7 series, USA)를 이용하여 분석하였다. 혈장 cortisol 농도는 commercial kit (Immunopecth-RIA kit, Backman coulter, France)을 이용하여 radio immune assay (RIA) 방법으로 분석하였고, 혈장 유리지방산은 NEFA (non-sterified fatty acid) 측정용 kit (Wako, Japan)를 이용하여 효소활성측정법에 의하여 측정하였다. Aspartate aminotransferase (AST: GOT)는 ChemiLab alanine aminotransferase (AST: GPT) kit (IVDLab CO., LTD, Korea), ALT는 ChemiLab ALT kit (IVDLab CO., LTD, Korea)을 이용하여 효소활성측정법에 의해 Hitachi 7600-110 automatic analyzer (Hitachi High-Technologies, Japan)로 측정하였다.

## 4. 통계분석

Statistical Analysis System (SAS, 1985)을 이용하여 셀레늄 급여 전(-7 및 0일)과 급여후의 사슴의 혈액 내 화학성분 및 셀레늄 농도의 비교에는 paired t-test를, 셀레늄을 사료에 첨가하여 급여한 사슴과 첨가하지 않은 사료를 급여한 사슴의 녹용에서의 셀레늄 농도는 t-test를, 녹용의 부위별 셀레늄 함량은 Duncan's multiple range test를 각각 이용하여 유의성을 검정하였다.

## III 결과 및 고찰

### 1. 혈중흡수율

꽃사슴에게 고농도의 셀레늄을 급여하였을 때의 셀레늄의 흡수율과 축적률을 Table 2에 나타내었다. 본 실험에서 셀레늄의 설정 급여량은 3.03 mg/kg BW<sup>0.75</sup>/d/h이었지만, 급여 사료인 알팔과 큐브 내의 셀레늄 함량을 포함하면 실제 사슴에게 급여된 셀레늄량은 평균 3.28 mg/kg BW<sup>0.75</sup>/d/h이었다. 소화되지 않고 분으로 배설된 셀레늄의 양은 0.90 mg/kg BW<sup>0.75</sup>/d/h이었으며, 대사에 이용되지 않고 뇨로 배설된 셀레늄의 양은 0.44 mg/kg BW<sup>0.75</sup>/d/h이었다. 섭취한 셀레늄과 분으로 배설된 셀레늄의 양을 통하여 계산한 흡수율은 72.56%로 나타나 급여한

Table 2. Daily intake and excretion of selenium and rates of selenium absorption and retention in sika deer

Items	Amount and rate
Intake (mg/kg BW <sup>0.75</sup> /d/h)	3.28 ± 0.76
Excretion (mg/kg BW <sup>0.75</sup> /d/h)	
Feces	0.90 ± 0.34
Urine	0.44 ± 0.05
Absorption rate (AR) <sup>1)</sup> (%)	72.56 ± 6.47
Retention rate (RR) <sup>2)</sup> (%)	59.15 ± 6.36

<sup>1)</sup> AR : (Intake Se - Feces Se)/Intake Se×100

<sup>2)</sup> RR : (Intake Se-Feces Se-Urine Se)/Intake Se×100.

셀레늄의 상당량이 꽃사슴의 체내에 흡수되는 것으로 나타났으나, 뇨로 배설된 양을 뺀 셀레늄 축적율은 59.15%로 나타났다.

40일간 고농도 셀레늄을 급여 하였을 때의 혈액 내 셀레늄 농도, cortisol 농도, 유리지방산 (NEFA) 농도, AST와 ALT 농도의 경시적 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 셀레늄 급여 전인 -7일과 0일에는 혈액 내의 셀레늄 농도가 각각 0.14와 0.16 ppm으로 평균 0.15 ppm이었고, 셀레늄 급여 후 10일과 20일까지는 0.15 ppm 수준으로 크게 증가하지 않았다. 셀레늄 급여 30일에는 0.23 ppm으로 셀레늄을 급여하기 전보다 유의하게 증가하였고 ( $p < 0.05$ ), 셀레늄 급여 40일에는 0.22 ppm으로 높은 수준을 나타내었으나 개체차이가 크게 나타나 통계적 유의차는 발견할 수 없었다. 본 실험에서의 꽃사슴의 경

우 30일에 혈액 내 셀레늄 농도가 유의적으로 증가하였으나 이는 체내 축적이 원활치 못하여 혈액 내에 높은 농도로 존재하는 것으로 판단되어 20일까지 흡수된 셀레늄이 체내에 적절히 축적되는 것으로 판단되어 고농도 셀레늄 급여 시 20일 동안 급여하는 것이 효율적인 것으로 판단되었다.

본 연구에서 셀레늄 급여 전과 급여 후의 cortisol 농도 간에는 유의차가 나타나지 않았다.

가축에서 셀레늄의 급성 및 만성중독증세는 2~5ppm에서 나타나는 것으로 보고되고 있다 (Edmonson 등, 1993). 권장량이상 과량의 셀레늄을 섭취할 때 나타나는 중독증세는 위장장애, 피부염, 신장 및 간기능장애를 초래할 수 있어 동물로 하여금 심한 스트레스로 작용하여

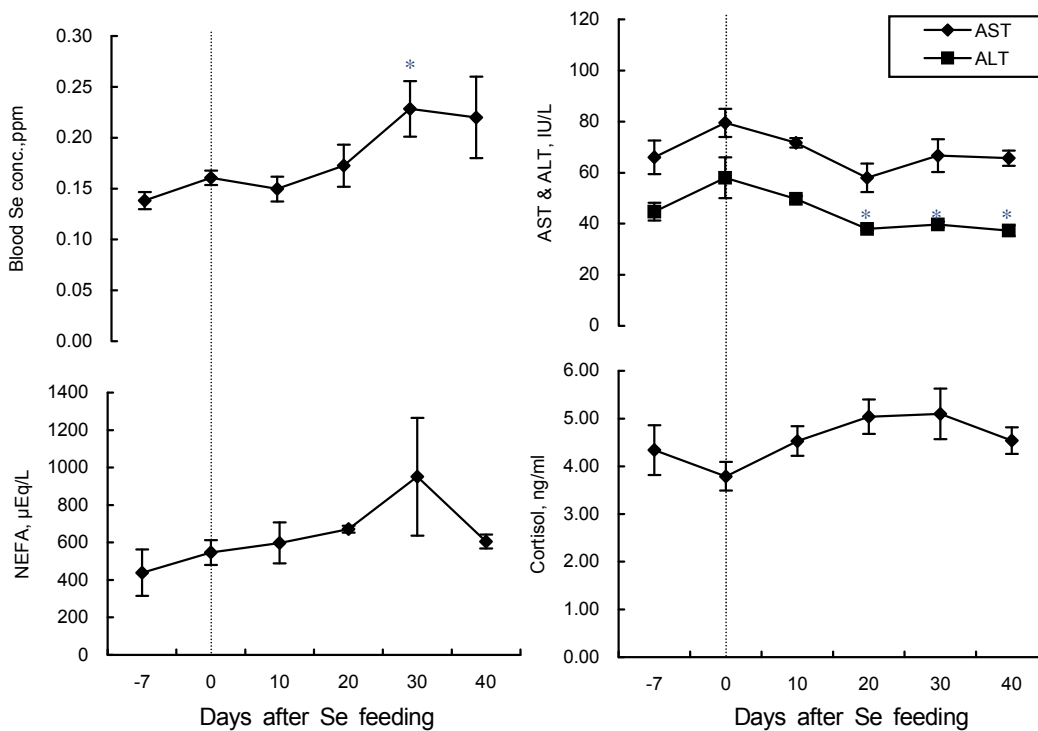


Fig. 1. Changes in blood selenium, non-esterified fatty acid (NEFA), aspartate amino-transferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and cortisol concentrations of serum in spotted deer fed high level selenium.

\* Values are significantly ( $p < 0.05$ ) different from the average concentration at -7 and 0 d.

대사적 변화를 일으키게 된다(Ashmore 등, 1972).

이러한 대사적 변화 중 혈중 cortisol농도는 사슴은 물론 여러 소형종 반추류에서 혈중 cortisol의 함량 변화를 생리적 스트레스의 유용한 지표로 이용되어 왔다(Carragher 등, 1997; Grigor 등, 1998). Cortisol은 부신피질에서 분비되며 glucose, 단백질 대사작용이 강한 소위 glucocorticoid의 대표적인 steroid이다. 독성광물질을 급성 또는 만성으로 과량 복용하면 혈중 cortisol 농도는 증가된다. 사슴의 경우 독성광물질 중독에 대한 혈중 cortisol 농도에 관한 보고는 없으나, reindeer에서 생리적 스트레스를 가했을 때 혈중 cortisol의 농도가 5~6배 증가하였다(Sakkinen 등, 2003). 본 실험에서 고농도 셀레늄 급여에 따른 cortisol 농도 변화를 조사한 결과 전 실험기간을 통해 3.79~5.10 ng/ml의 범위를 나타내어 그 변화가 크지 않았고, 30일까지 증가했던 농도가 40일 이후에는 낮아져 투여 전 수준으로 회복되었다.

실험기간동안 혈중 NEFA의 농도가 439~951 uEq/L로 나타났고 셀레늄 급여 후 30일에는 가장 높은 값을 보였으나 유의차는 없었고, 40일에는 농도가 낮아졌다. 일반적으로 혈중 대사산물인 NEFA의 농도의 증가는 대사적 이상을 나타내는 신호로써 스트레스와 함께 증가되어 진다. 혈중 대사산물의 변화는 체내 항상성유지를 위하여 필요하며 에너지 이동의 지시를 의미한다(Moberg와 Mench, 2000). 또한 동물체는 스트레스 상황에서는 에너지 요구량이 증가되고 식욕이 감소된다. 이러한 결과는 간에서의 glycogen과 지방의 분해를 유도하게 되므로 혈중 유리지방산 증가를 보이게 된다(Balm, 1990). 이러한 신호는 증가된 cortisol에 의해 촉진되어 진다(Wendelaar와 Balm, 1999). 이와 같은 결과는 본 실험에서 급여된 셀레늄의 수준이 사슴의 중독에 의한 생리적 스트레스를 유발시킬 정도의 수준이 아님을 시사하고 있다.

실험결과 셀레늄 급여 전인 -7일과 0일에 AST와 ALT 농도는 각각 66~80IU/L 및 45~58IU/L이었으나 셀레늄 급여 20일 이후부터는 오히려 낮아지는 경향을 나타내었으며, ALT

의 농도는 셀레늄 급여 전의 평균에 비하여 유의하게 낮아졌다( $p<0.05$ ).

많은 동물연구에서 셀레늄의 독성과 관련된 주요 target 조직이 간조직임이 확인되어왔다(Diskin 등, 1979; Jia 등, 2005). 간기능 이상의 주된 지표는 혈중 ALT 및 AST 농도와 깊은 관련성이 있다(Jia 등, 2005). 혈중 AST와 ALT 농도가 간 손상 시 증가되는 것은 간에 AST와 ALT가 다른 조직에 비하여 많고, mitochondria내의 효소로 혈중으로 유입되기 어려워 간 손상 시 간 세포의 파괴로 혈중으로 유입되기 때문이다. 사슴에서의 셀레늄 중독에 의한 AST와 ALT보고는 없으나 Sprague-Dawley 흰쥐를 이용하여 무기태 셀레늄을 4-5ppm을 13주 동안 급여 시 혈중 ALT의 함량이 숫컷의 경우 1.4배, 암컷의 경우 약 2배가량의 증가를 보였다(Jia 등, 2005).

본 연구에서 간 기능 및 대사적 스트레스 관련 혈중 성분을 분석한 결과를 종합해 볼 때 40일 동안 대사체중 당 3.03mg의 Sodium selenite, anhydrous의 급여는 대사적 스트레스를 보이고 있지 않음이 확인되었다.

## 2. 녹용 내 셀레늄 함량

고농도 셀레늄 첨가 사료를 급여 하였을 때 녹용 내의 셀레늄 함량의 변화를 Table 3에 나타내었다. 대조구의 경우 셀레늄 함량은 상대 0.11ppm, 중대 0.08ppm, 하대 0.08ppm으로 분석되었는데 비하여 셀레늄 급여구의 녹용 내 셀레늄 함량은 유의하게 증가하였다. 셀레늄 급여구에서 녹용의 셀레늄 함량은 상대 0.45ppm, 중대 0.21ppm, 하대 0.15ppm으로 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). Fayez(1974)의 연구에 의하면 녹용을 상대, 중대 및 하대로 나누었을 때 회분 함량이 가장 높은 하대에서부터 무기화되기 시작하여 상대적으로 갈수록 연골 모세포 조직의 함량이 높아 혈류가 많이 분포되어있어, 상대에는 미량 광물질이 침착하기에 가장 적당하다고 밝혔다. 홍 등(1991)의 연구에서도 광물질별 상대, 중대 및 하대의 분포를 보면 필수 광물질로써 다량 함유 되어있는 칼슘의 경우 1:1:2

Table 3. Effect of high level selenium supplementation in diet on selenium concentration of velvet antler in sika deer

Position of velvet antler	Se concentration, ppm		Se feeding effect <sup>1)</sup>
	Control	Se feeding	
Top	0.11 ± 0.00	0.45 ± 0.03 <sup>A)</sup>	***
Middle	0.08 ± 0.03	0.21 ± 0.02 <sup>B)</sup>	**
Bottom	0.08 ± 0.02	0.15 ± 0.01 <sup>B)</sup>	*

Data were represented means with standard error of 4 sika deer.

<sup>1)</sup> \*\*\*, p<0.001, \*\*, p<0.01 and \*, p<0.05

<sup>AB)</sup> Means within same column with different superscripts are differ significantly (p<0.05).

의 비율로 하대에서 농도가 가장 높고, 극미량 광물질인 아연이나 철 등은 2:1:1의 비율로 상대에 다량 함유되어 있다고 밝혔다. 셀레늄은 반추동물의 대사생리 중 영양소의 체내대사 광물질 분류에 의해 Zn, Mn, I, Fe 등과 함께 필수 극미량 광물질로 분류된다(Georgievskii 등, 1982). 따라서 본 실험에 상대, 중대 및 하대로 나누어 보았을 때 3:1:1의 분포는 필수 미량 광물질인 셀레늄이 상대에서 가장 큰 유의차 (p<0.05)를 나타낸 것은 앞선 연구와 비슷한 양상의 결과로 생각된다.

이상의 결과로부터 꽃사슴에게 고농도의 셀레늄을 급여할 경우 녹용내로 다량의 셀레늄을 전이시킬 수 있는 것으로 판단되었고, 40일까지 고농도의 셀레늄 6 mg/kg 농도 급여에 있어 생리적 중독 증상은 없었으나 혈중 소실정도를 감안해 볼 때 20일간 급여하는 것이 적합하다고 사료된다. 향후 셀레늄 강화 녹용 생산을 위해 급여하는 셀레늄의 최적 농도와 급여 기간에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

#### IV. 요약

본 연구는 꽃사슴에게 고농도의 셀레늄을 급여하였을 때 꽃사슴의 혈액, 녹용 및 생리반응에 미치는 영향을 평가하고자 실시하였다. 3두의 꽃사슴에게 고농도 셀레늄을 급여하였을 때

의 혈액 내의 셀레늄 농도와 셀레늄 흡수율 및 축적률을 조사하고, 혈액 내 스트레스 관련 호르몬 및 biochemical parameters를 조사하였다. 8두의 수컷 꽃사슴을 공시하여 셀레늄을 첨가하지 않은 사료를 급여한 구와 셀레늄을 사료 kg 당 6 mg을 첨가한 사료를 20일간 급여한 구로 나누어 생산한 녹용의 셀레늄 함량을 조사하였다. 꽃사슴에게 고농도 셀레늄 급여는 급여 30일 이후에 혈액 중의 셀레늄 농도를 유의하게 증가시켰고 (p<0.05), 축적률은 59.15%를 나타내었다.

전 실험 기간 동안 고농도 셀레늄의 급여로 인한 스트레스 관련 호르몬 및 biochemical parameters의 변화는 나타나지 않았다. 녹용 내 셀레늄 함량은 대조구의 경우 상대 0.11 ppm, 중대 0.08 ppm, 하대에 0.08 ppm을 셀레늄 급여 구에서는 상대 0.45 ppm (p<0.001), 중대 0.21 ppm (p<0.01), 하대에 0.15 ppm (p<0.05)으로 셀레늄 급여로 인하여 유의하게 증가하였으며, 상대에서의 셀레늄 함량이 가장 높았다 (p<0.05).

이상의 결과로부터 꽃사슴에게 고농도의 셀레늄을 급여할 경우 녹용내로 다량의 셀레늄을 전이시킬 수 있는 것으로 판단되었고, 40일까지 고농도의 셀레늄 6mg/kg 농도 급여에 있어 생리적 중독 증상은 없었으나 혈중 소실정도를 감안해 볼 때 20일간 급여하는 것이 적합하다고 사료된다. 향후 셀레늄 강화 녹용 생산을 위해 급여하는 셀레늄의 최적 농도와 급여 기간에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

#### V. 사 사

본 연구는 2006년 건국대학교의 지원에 의하여 수행되었음.

#### VI. 인용 문헌

1. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis(17th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Ashmore, C. R., Parker, W. and Doerr, L. 1972.

- Respiration of mitochondria isolated from dark-cutting beef: Postmortem changes. *J. Anim. Sci.* 34:46-48.
3. Balm, P. H. M. 1990. Stress physiology in animals. Sheffield Academic Press Ltd., Sheffield, U. K.
  4. Carragher, J. F., Ingram, J. R., Matthews, L. R. and Schaare, P. R. 1997 Plasma cortisol responses to remote adrenocorticotrophic hormone (ACTH) infusion in free-ranging red deer (*Cervus elaphus*). *Domest Anim. Endocrinol.* 1997 Jan; 14(1):63-71.
  5. Chen, X., Yang, G., Wen, Z., Chen, J. and Ge, K. 1981. Relation of the selenium deficiency to the occurrence of Keshan disease. Spallholz, J. E., Martin, J. L., Ganther, H. E. (Ed.) Selenium in Biological and Medicine. Conn AVI Publish Co. Westport. pp. 171-175.
  6. Clark, L. C., Jr. Combs, G. F., Turnbull, B. W., Slate, E. H., Chalker, D. K., Chow, J., Davis, L. S., Glover, R. A., Graham, G. F., Gross, E. G., Krongrad, A., Jr. Leshner, J. L., Park, H. K., Jr. Sanders, B. B., Smith, C. L. and Taylor, J. R. 1996. Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin. A randomized controlled trial. Nutritional Prevention of Cancer Study Group. *J. Am. Med. Assoc.* Dec. 25 276(24):1957-63.
  7. Combs, G. F. 2001. Selenium in global food systems. *Br. J. Nutr.* 85:517-547.
  8. Deer Industry New Zealand Annual Report 2006.
  9. Diskin, C. J., Tomasso, C. L., Alper, J. C., Glaser, M. L. and Fliegel, S. E. 1979. Long-term selenium exposure. *Arch. Intern. Med.* 1979 39(7): 824-6.
  10. Edmondson, A. J., Norman, B. B. and Suther, D. 1993. Survey of state veterinarians and state veterinary diagnostic laboratories for Se deficiency and toxicosis in animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 202:865-874.
  11. Eklow, L., Jones, D. P., Thor, H. and Orrenius, S. 1981. Metabolism of hydrogen peroxide in isolated hepatocytes: relative contributions of catalase and glutathione peroxidase in decomposition of endogenously generated H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Arch Biochem. Biophys.* Sep. 210(2):505-16.
  12. Fayez, S., Sayegh, D. M. D., Gordon, M. S., Solomon, C. and Robert, W. D. 1974. Ultrastructure of intracellular mineralization in the deer's antler. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* Number 99 March-April.
  13. Georgievskii, A. S. 1982. Contribution of Russian military physicians to the establishment and development of the preventive trend in medicine. *Sov Zdravookhr.* 10:66-70.
  14. Grace, N. D., Ankenbauer-Perkins, K. L., Alexander, A. M. and Marchant, R. M. 2001. Relationship between blood selenium concentration or glutathione peroxidase activity, and milk selenium concentrations in New Zealand dairy cows. *N Z Vet J.* Feb:49(1):24-8.
  15. Grigor, P. N., Goddard, P. J., Littlewood, C. A. and Deakin, D. W. 1998. Pre-transport loading of farmed red deer: effects of previous overnight housing environment, vehicle illumination and shape of loading race. *Vet Rec.* 14;142(11): 265-268.
  16. Hong, N. D., Won, J. H. and Kim, N. K. 1991. Studies on the analysis of constituents of deer Horn ( I ). *kor. J. Pharmacogn.* 22(3): 171-18.
  17. Jia, X., Li, N. and Chen, J. 2005. A subchronic toxicity study of elemental Nano-Se in Sprague-Dawley rats. *Life Sci.* 76: 1989-2003.
  18. Kim, Y. Y. and Mahan, D. C. 2001. Prolonged feeding of high dietary levels of organic and inorganic selenium to gilts from 25kg body weight through one parity. *J. Anim. Sci.* 2001. 79:956-966.
  19. Knowles, S. O., Grace, N. D., Knight, T. W., McNabb, W. C. and Lee, J. 2004. Adding nutritional value to meat and milk from pasture-fed livestock. *N Z Vet J.* Dec : 52(6): 342-51.
  20. Magg, D. D. and Glen, M. W. 1967. Toxicity of selenium: farm animals. Muth, O. H., Oldfield, J.

- E. and Heswig, P. H. (Eds.), Selenium in Biomedicine. Conn. AVI, Westport, pp. 127-140
21. Moberg, G. P. and Mench, J. A. 2000. The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K.
22. O'Toole, D. and Raisbeck, M. F. 1995. Pathology of experimentally induced chronic selenosis (alkali disease) in yearling cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.* 7:364-373.
23. Rayman, M. P. 2000. The importance of selenium to human health. *The Lancet*, 356:233-241.
24. Sakkinen, H., Tornberg, J., Goddard, P. J., Eloranta, E., Ropstad, E. and Saarela, S. 2004. The effect of blood sampling method on indicators of physiological stress in reindeer. *Domestic Animal Endocrinology* 26(2004) 87-98.
25. SAS. Institute, 1985. SAS<sup>®</sup> User's guide: Statistics. Version 5 Ed. SAS institute Inc., Cary, NC.
26. Schwarz, K. and Foltz, C. M. 1957. Se as an integral part of factor against dietary liver degeneration. *J. Am. Chem. Society* 79:3292-3296.
27. Wendelaar, S. E. and Balm, P. H. M. 1999. Histological and histopathological effects of stress. Page 182 in stress physiology in animals. P. H. M. Balm, ed. Sheffield Academic Press, Sheffield, U. K.
- (접수일자 : 2008. 2. 18. / 채택일자 : 2008. 4. 21.)