

엘크사슴 녹용의 조기 절각에 따른 성분변화 분석

김동교¹, 이상훈¹, 이은도¹, 이진욱¹, 노희종¹, 이성수¹, 장애라², 김관우^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원센터

²강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과

Analysis of Component Changes According to Early Cutting of Elk Velvet Antlers

Dong-kyo Kim¹, Sang-Hoon Lee¹, Eun-Do Lee¹, Jinwook Lee¹, Hee-Jong Roh¹,
Sung-Soo Lee¹, Aera Jang², Kwan-Woo Kim^{1*}

¹Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA

²Department of Applied Animal Science, College of Animal Science, Kangwon National University

요약 엘크 녹용의 부위별 및 성장일수별 성분변화를 측정하기 위하여 각각 녹용 성장일수가 40일령, 60일령의 녹용을 채취하였다. 채취된 샘플은 부위별로 분골, 상대, 중대, 하대로 구분하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유, pH, 무기질(Ca, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb), 지방산 및 아미노산 함량을 분석하였다. 부위별로는 분골에서 조단백질, 조지방 함량이 높았으며, 하대에서 건물, 조회분 함량이 높게 나타났다. 조단백질은 상대에서 성장일수에 따라 증가하였으나 하대에서는 성장일수가 경과할수록 조단백질 함량은 낮아졌다. 반면에 조섬유, 조회분 함량은 증가하였다. pH는 분골에서 수치가 낮게 나타났다. 무기물에서는 칼슘(Ca), 인(P), 칼륨(K)이 중대에서 성장일수별로 유의적인 차이가 나타났다. 포화지방산은 함량이 증가하고, 불포화지방산은 감소하는 경향이 있었으나 두 성분 모두 유의적인 차이는 없었다. 대부분의 아미노산은 60일령에 높았으나 이소류신(Ile)은 60일령에서 낮았다. 이 결과는 조기에 절각을 진행할 경우에 녹용의 성분함량 변화에 대한 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract This study was undertaken to measure changes in the composition of elk velvet antlers, by considering the part and growth days (40th day, 60th day). The collected samples were divided into the tip, upper, middle, and base part by position. Samples were analyzed for moisture, crude protein, crude fat, crude ash, crude fiber, pH, minerals, and fatty acid and amino acid contents. The amounts of crude protein and crude fat were determined to be highest at the tip of the velvet antler by position, whereas dry matter and crude ash were high at the base. Crude protein contents were increased in the upper part but were decreased at the base, when assessed by growth day. Conversely, crude fiber and crude ash were found to be increased at the base by growth day. The pH value was determined to be lower at the tip, but did not differ when evaluated by growth day. Mineral contents (Ca, P, K) differed significantly by growth day in the middle portion of the antler. Saturated fatty acids tended to increase by growth day, whereas unsaturated fatty acids showed a decreasing trend. However, no significant difference was obtained for any of the components. Most amino acids were found to be high in the 60 days velvet antler, except isoleucine (Ile), which showed low levels at day 60. These results provide information on the changes in the composition of antlers, in cases of early cutting.

Keywords : Deer, Velvet antler, Growth day, Position, Component

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(PJ01492801)의 지원과 2020년도 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원 사업에 의해 수행되었음.

*Corresponding Author : Kwan-Woo Kim(NIAS, RDA)

email: bgring@korea.kr

Received December 21, 2020

Accepted February 5, 2021

Revised February 4, 2021

Published February 28, 2021

1. 서론

우리나라에서 전 세계 녹용생산량의 약 80 %가 소비될 정도로 동아시아 국가에서 약재로 사용되어 왔으며 이에 대한 효능에 관한 연구들이 우리나라 외에도 해외에서도 지속적으로 진행되고 있다[1]. 이전 연구에서 보고된 녹용의 효능으로는 면역활성 증가[2], 단백질 합성 촉진 작용[3], 녹용으로 조제한 녹용대보탕에서 유리기 소거 효과[4] 외에도 혈소판 응집억제효과[5], 상처 치유효과[6, 7], 종양억제[8], 녹용으로 조제한 녹용대보탕에서 지질과산화 억제 및 아질산염 소거효과[9], 항산화능 및 신경세포 보호능 향상 효과[10], 녹용과 오갈피 혼합추출물에서 면역조절 효과[11], 골다공증 예방 효과 및 뼈 형성 촉진[12, 13] 등이 있는 것으로 알려져 있다.

현재, 우리나라에서 사육되고 있는 사슴 중 엘크 사육두수는 약 12,000여두에 이르며 사슴 사육두수에서 차지하는 비중은 15년 기준 40.1 %에서 19년 기준 48.4 %로 비중이 점점 증가하는 추세이다[14]. 엘크 사슴의 뿔은 주로 낙각이 발생한 80~100일이 지난 이후에 사슴 녹용을 얻는 절각작업을 실시한다. 평균적으로 건조한 녹용의 부위별 비율은 분골은 2.2 %, 상대는 30 %, 중대는 24 %, 하대는 26 %, 최하대는 18 %로 구성되며 녹용 생산량은 8-10세까지 증가하다가 그 후 점차 감소하는 것으로 보고되고 있다[15]. 엘크 녹용의 경우 상대와 중대를 분석할 경우 중대가 수분함량, 조회분 함량이 높은 반면 상대는 조단백질, 조지방의 함량이 높았으며, 인(P) 함량 또한 상대와 중대에 가장 많은 것으로 보고되었다[16]. 이와 더불어 성장일수별로 성분분석을 할 경우 조단백질, 조지방, 조회분 등의 성분의 차이가 있다고 보고되었다[17]. 조기에 절각할 경우에는 60일령 녹용에서 칼슘, 인 함량이 높고, 불포화지방산 함량과 비타민E, GAGs 함량은 낮게 나타난 것으로 나타났다[18]. 즉 녹용은 부위 또는 낙각 이후 성장기간에 따라 녹용의 구성 성분의 함량이 각각 다를 수 있으므로 목적에 따라 소비하는 부위나 절각시기가 중요할 수 있다.

칼슘(Ca)은 혈액응고, 신호전달, 근육 수축 등의 역할을 하는 것으로 알려져 있으며[19, 20], 아미노산은 단백질의 기본 구성물질이며, 음식물로부터 섭취를 해야 하는 필수아미노산은 절필 시에는 단백질 합성이나 생리기능에 문제를 야기시킬 수 있다고 보고되며, 근육 단백질 합성에 필요한 것으로도 알려져 있다[21, 22]. 지방산은 에너지원 외에도 유전자 조절[23]과 세포막 이중층의 주요 물질[24] 등 주요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며,

이 중 음식물로부터 섭취를 해야 하는 지방산은 필수지방산으로 결핍이 되는 경우는 매우 드물며 섭취요구량 충족이 어렵지는 않으나 간혹 지방섭취를 크게 제한할 시에는 결핍증이 일어날 수 있다[25, 26].

이처럼 녹용의 성장일수 및 부위에 따라 구성성분의 함량이 달라질 수 있으며 녹용의 성장일수에 따른 추가적인 분석자료가 필요하며, 분석자료를 토대로 녹용 소비자에게 보다 더 유용한 정보를 제공할 필요가 있을 것이다. 따라서 본 연구는 엘크 녹용을 조기에 절각할 시에 녹용 내 성분 함량에 미치는 영향을 알아보기 위해 진행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시동물

본 실험은 농촌진흥청 국립축산과학원의 동물실험계획서에 의거 동물보호법 및 동물실험윤리위원회에서 승인된 동물실험방법(승인번호 : 2020-428)에 따라 수행되었다. 녹용 시료를 채취하기 위해 가축유전자원센터에서 보유하고 있는 엘크(*Cervus canadensis*) 숫사슴 중 체중이 약 300kg 가량의 숫사슴 4두씩 선발하여 낙각 후 각각 40일령과 60일령에 절각을 할 개체를 분류하여 진행하였다(Fig.1).

2.2 녹용 절각

녹용 절각은 Jeon 등[17]의 방법으로 실시하였으며, 절각한 녹용은 바로 물로 세척을 한 뒤에 비닐 랩으로 포장하여 -20 ℃에 냉동 보관하였다. 냉동 보관한 녹용은 절편작업을 실시할 때 주지와 측지(결가지)를 분리하였고 녹용을 4등분하여 분골, 상대, 중대, 하대로 구분하였다. 주지에서 제2지가 나오는 부위 밑의 부분까지를 하대로 나누었으며, 제2지가 나오는 부위에서 제3지가 나오는 부위 밑의 부위를 중대로 나누었다. 제3지가 나오는 부위부터 분골 전까지 상대로 나누었으며, 최상부 부위를 분골로 나누어서 시료를 채취하여 진행하였다(Fig.2). 녹용의 털(Skin)을 제거하지 않고 녹용의 각 부위(분골, 상대, 중대, 하대)를 녹용 절단기를 사용하여 1-1.5 mm의 두께로 절편하였다. 절편한 샘플을 동결건조한 후 다시 -20 ℃에서 냉동 보관하였다.

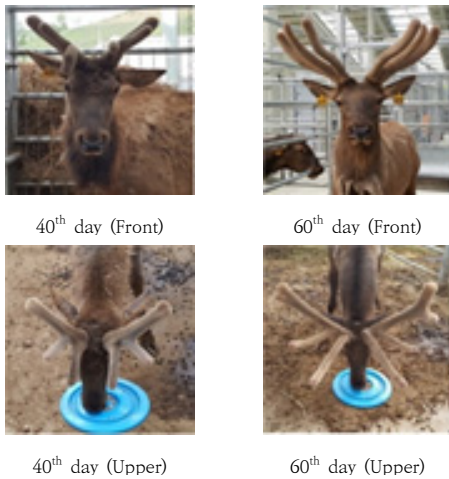


Fig. 1. Figure of elk's velvet antlers by growth days(40, 60)

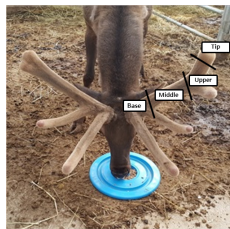


Fig. 2. Figure of elk's velvet antlers by 60th growth days. Velvet antler was divided 4 parts(Tip, Upper, Middle, Base). Tip : The highest part of velvet antler. Upper : From trez tyne comes out to before tip. Middle : From bez tyne comes out to before upper. Base : under the area to before middle.

2.3 녹용성분 분석

2.3.1 일반성분

일반성분 분석은 수분은 105 °C 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550 °C 건식회화법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조섬유는 조섬유 분석기(ANKOM A200 Technology)를 이용하여 각각 분석하였다. 건물울(Dry matter)은 동결건조 후 건물의 함량으로 나타났으며, AOAC[27]의 방법에 따라 측정하였다.

2.3.2 pH

pH는 시료 1 g을 9 mL의 증류수와 함께 homogenizer (PolyTron ® PT-2500E, Kinematica, Switzerland) 한 후, pH meter (Orion Star A211, Thermo Fisher

Scientific, Inc., Waltham, MA, USA)로 측정하였다.

2.3.3 무기질

무기질 성분은 시료를 질산 습식법으로 전처리 후 유도결합플라즈마 분광기(OPTIMA 7300 DV, PerkinElmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였다.

2.3.4 지방산

지방산 조성 분석은 Kim 등[28]의 방법을 이용하였다. Folch 용액(chloroform:methanol=2:1)을 사용하여 지방을 추출하였으며, 시험관에 시료를 취한 후 0.5 N의 NaOH 메탄올 용액 1.5 mL를 첨가하여 vortex하여 혼합한 뒤에 100 °C에서 5분 동안 가열하였다. 찬물에서 냉각한 후에 10% BF₃-메탄올 용액(Supelco, Bellefonte, PA, USA) 2 mL를 첨가하고 vortex한 후에 100 °C에서 2분 동안 다시 가열한 후 냉각하였다. 지방산 메틸에스테르(Fatty acid methyl ester, FAME)들을 추출하기 위하여 iso-octane 2 mL를 첨가한 후 1분 동안 vortex한 후, 포화 NaCl용액 1mL를 가한 후에도 다시 1분 동안 vortex하였다. 원심분리기로 2,000 rpm으로 3분간 15 °C에서 원심분리를 하였으며 층분리를 실시한 후 상층액을 GC 분석에 이용하였다. GC 분석은 Table 1에 명시된 조건으로 시행하였다.

Table 1. The terms of gas chromatography analysis

Item	Condition
Instrument	Agilent 6890N, Agilent Technologies, USA
Column	Omegawax250 (30 mx 0.25 mm id, 0.25 um film thickness: Supelco,Bellefonte,PA,USA)
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	Helium (99.99%, Research purity)
Column flow rate	1.0 mL/min
Split ratio	100:1, 1 µL (Injection volume)
Injection port temperature	250 °C
Detection port temperature	260 °C
Oven temperature	150 °C, hold for 2 min, 4 °C/min up to 220 °C, hold for 30 min

2.3.5 아미노산

구성 아미노산 함량 분석은 시료를 질산과 염산을 이

용하여 분해한 후 분해여과된 시료액을 희석하여 아미노산분석기로 측정하는 Ninhydrin 법으로 구성 아미노산 15종류를 분석하였다. 구성 아미노산은 시료를 0.3 g을 분해관에 넣고 6N HCl 40 mL을 가하고 질소가스를 주입한 후 110 ℃에서 24시간 가수분해하였다. 염산을 제거한 후 증발작업을 3회 반복한 후 아미노산을 용해시켜 No.5 여과지로 여과하여 시료액을 50 mL으로 제조하였다. 황함유 아미노산 계열인 메티오닌(Met), 시스테인(Cys)은 Performic acid 산화법을 이용하여 분석하였다.

2.4 통계분석

통계분석은 SAS package program(ver. 9.2)의 ANOVA procedure으로 최소유의차 검정(Least significant difference test, LSDT)을 이용하여 평균값을 5 % 유의수준에서 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 일반성분

조기절각한 녹용을 성장일수(40일, 60일)별로 분석한 일반성분 분석결과를 Table 2에 나타내었다. 부위별로는 분골에서 조단백질, 조지방 함량이 높았으며, 하대에서 건물, 조회분, 조섬유 함량이 높게 나타났다. Jeon 등[29]의 실험에서는 coumarin, CLA 급여에 상관없이 낙

각 후 55일령에 절각한 꽃사슴에서는 상대에서 조단백질, 조지방 함량이 높게 나왔으며, 조회분은 조단백질, 조지방과 다르게 하대에서 함량이 높은 것으로 확인되어 본 연구결과와 유사하였다.

각 부위별로 성장일수에 따른 유의차가 나타난 성분은 상대에서 조단백질 함량이 60일령이 40일령보다 유의적으로 높았다. 반면에 하대에서는 성장일수가 경과할수록 조단백질 함량은 낮아지나 조섬유, 조회분 함량은 증가하였다. Jeon 등[17]의 실험에서는 엘크에서 80일에는 조단백질, 조지방의 함량이 90일에 비해 높았으며, 부위 중 상대에서 중대, 하대에 비해 함량이 높게 나와 분골이 제일 많은 본 연구와는 조단백질은 결과가 비슷하게 나왔으나 조지방은 Jeon 등[17]의 실험에선 상대에서 함량 차이가 있는 반면, 본 연구에서는 분골에서 함량이 높은 반면 다른 부위에서는 차이가 없었다. 조회분은 하대에서 많이 함유량이 많은 것으로 확인되어 본 연구와 유사한 결과가 나왔다. 사료내 단백질 함량을 달리하여 급여한 꽃사슴의 녹용을 분석한 Jeon 등[30]에서는 조단백질 함량은 상대>중대>하대 순으로 나타나 본 연구와 유사하였으며, 조지방은 상대에서 함량이 높은 것으로 나타나 본 연구에서는 분골에서 높고 상대는 다른 부위와 함량 차이가 유의적인 차이가 없는 면에서는 본 연구 결과와는 다른 부분이 있었다. 조회분은 하대에서 함량이 높게 나타나 본 연구 결과와 유사하였다.

Table 2. Compositions of moisture, crude protein, crude fat, crude fiber extracts and crude ash of velvet antler in elk by growth day(40, 60)

Component (%)	Days after casting	N	Position			
			Tip	Upper	Middle	Base
DM (Dry matter)	40 th day	4	18.76±1.70	25.27±0.98	27.88±1.02	27.55±2.51
	60 th day		17.03±2.24	26.93±1.01	31.23±2.63	33.24±2.66
Moisture	40 th day		1.89±0.35	3.24±1.17	2.62±1.33	2.66±1.22
	60 th day		3.03±0.72	3.81±1.10	3.70±1.17	3.63±1.25
Crude protein	40 th day		70.29±5.28	57.02±1.21 ^a	60.14±2.25	57.97±1.19 ^a
	60 th day		72.38±5.99	64.87±1.88 ^b	58.08±4.10	54.40±1.75 ^b
Crude fat	40 th day		6.06±1.73	2.46±0.68	2.74±0.63	3.48±1.39
	60 th day		5.85±0.95	2.44±0.85	2.38±0.79	2.78±0.54
Crude fiber	40 th day		0.88±0.61	1.93±0.48	1.99±0.42	2.11±0.33 ^a
	60 th day		0.87±0.32	1.96±0.41	2.47±0.21	2.97±0.15 ^b
Crude ash	40 th day		14.84±6.92	30.66±2.11	30.63±3.28	31.92±2.00 ^a
	60 th day		12.60±7.05	27.15±1.35	34.04±3.31	37.78±2.70 ^b

* a-b Different letters with in a column are significantly different (p<0.05)

** Tip : The highest part of velvet antler. Upper : From trez tyne comes out to before tip. Middle : From bez tyne comes out to before upper. Base : under the area to before middle.

Table 3. The pH of velvet antler in elk by growth day(40, 60)

Value	Days after casting	N	Position			
			Tip	Upper	Middle	Base
pH	40 th day	4	7.52±0.12	7.88±0.06	7.80±0.06	7.87±0.06
	60 th day		7.51±0.24	7.78±0.08	7.85±0.07	7.89±0.02

* a-b Different letters with in a column are significantly different (p<0.05)

** Tip : The highest part of velvet antler. Upper : From trez tyne comes out to before tip. Middle : From bez tyne comes out to before upper. Base : under the area to before middle.

3.2 pH

조기절각한 녹용을 성장일수(40일, 60일)별로 분석한 pH 결과를 Table 3에 나타내었다. 부위별로 성장일수 간 차이는 없었으나 다른 부위에서는 pH가 7.8~7.9 가량인 반면에 분골에서는 7.5 정도로 낮게 나타났다.

3.3 무기질

조기에 절각한 녹용을 성장일수(40일, 60일)로 분석한 무기질 분석결과를 Table 4에 나타내었다. 녹용 내에 가장 많이 함유된 무기질은 칼슘(Ca), 인(P)으로 나타났다. 부위별로는 분골에서 칼륨(K) 함량이 높았으며, 상대에서 철분(Fe) 함량이 높으며, 하대에서 칼슘(Ca), 인(P), 마그네슘(Mg) 함량이 높게 나타났다. 각 부위별로 성장

일수에 따른 유의차가 나타난 성분은 상대에서 철분(Fe) 함량이 60일령이 40일령보다 유의적으로 높았다. 중대에서는 칼슘(Ca), 인(P) 함량은 높아지는 반면, 칼륨(K), 아연(Zn), 망간(Mn) 함량은 낮아졌다. 하대에서는 성장일수가 경과할수록 칼륨(K), 철분(Fe) 함량이 감소하였다.

칼슘(Ca)이 상대에서 하대로 내려갈수록 높아지는 결과는 Jeon 등[17]에서 진행한 엘크 녹용에서도 비슷한 결과를 나타냈다. 인(P)의 함량은 하대로 갈수록 함량이 높아지는 경향이 있었으며, 칼륨(K)의 함량은 칼슘, 인과 다르게 분골에서 가장 높은 것으로 확인되었으며, Cho 등[10]의 연구에서도 분골에서 상대보다 칼륨(K) 함량이 높아 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 마그네슘(Mg) 함량은 성장일수별로 유의적인 차이는 없었으나, 하대 방

Table 4. Compositions of minerals of velvet antler in elk by growth day(40, 60)

Component	Days after casting	N	Position			
			Tip	Upper	Middle	Base
Ca (g/kg)	40 th day	4	37.82±28.92	90.22±53.35	104.17±9.38 ^a	109.19±15.03
	60 th day		22.20±29.66	101.97±8.30	123.19±14.94 ^b	136.96±9.38
P (g/kg)	40 th day		24.81±15.08	48.59±28.90	56.33±4.61 ^a	58.51±7.34
	60 th day		17.44±15.11	54.53±3.35	67.03±8.98 ^b	73.26±6.44
K (g/kg)	40 th day		9.37±1.37	3.88±2.34	4.66±0.25 ^a	4.44±1.21 ^a
	60 th day		10.47±1.52	4.94±0.50	3.16±0.73 ^b	2.59±0.33 ^b
Mg (g/kg)	40 th day		1.32±0.44	1.84±1.10	2.04±0.27	2.23±0.26
	60 th day		1.07±0.45	1.95±0.17	2.41±0.28	2.70±0.20
Fe (mg/kg)	40 th day		267.47±35.50	278.02±174.31 ^a	408.83±112.36	327.15±36.49 ^a
	60 th day		327.26±67.94	622.13±121.25 ^b	323.99±165.83	216.22±38.28 ^b
Zn (mg/kg)	40 th day		52.73±6.32	51.98±32.78	60.06±7.77 ^a	55.44±7.85
	60 th day		49.07±6.40	56.69±2.20	48.21±4.19 ^b	50.19±5.06
Mn (mg/kg)	40 th day		2.49±0.92	1.39±0.85	1.51±0.28 ^a	1.54±0.19
	60 th day		2.58±0.64	1.38±0.29	1.10±0.15 ^b	1.22±0.15
Pb (mg/kg)	40 th day		0.45±0.09	0.00	0.00	0.00
	60 th day		10.24±11.91	6.21±12.42	0.00	0.00
Cu (mg/kg)	40 th day		0.29±0.59	0.00	0.00	0.00
	60 th day		3.68±6.43	5.48±10.95	0.00	0.00

* a-b Different letters with in a column are significantly different (p<0.05)

** Tip : The highest part of velvet antler. Upper : From trez tyne comes out to before tip. Middle : From bez tyne comes out to before upper. Base : under the area to before middle.

향으로 갈수록 증가하는 경향이 있었다. 철분(Fe)은 성장일수별로 함량이 높은 부위가 다르게 나타났는데 40일령에서는 중대, 60일령에서는 상대로 나타났다. 아연(Zn)의 경우 부위별로 유의적인 차이는 없었으나 중대에서는 성장일수가 경과할수록 함량이 낮게 나타났다. 망간(Mn)은 분골에서 함량이 높게 나타났으며, 납(Pb), 구리(Cu)는 40일과 60일 모두 일부 개체에서만 나타났다. 사슴불의 성장과정은 포유류 연골의 골화과정과 비슷하다고 보

고되고 있는데 이에 성장일수 경과에 따라 녹용에서 하대로 내려갈수록 무기물 함량이 증가하는 것으로 사료된다[31].

3.4 지방산

조기절각한 녹용을 성장일수(40일, 60일)별로 분석한 지방산 조성은 Table 5와 같다.

Table 5. Fatty acid compositions in each section of velvet antler in elk by growth day(40, 60)

Component (%)	Days after casting	N	Position			
			Tip	Upper	Middle	Base
C14:0 (Myristic acid)	40 th day	4	3.77±0.35	3.64±0.74	4.12±1.11	5.13±2.33
	60 th day		3.44±0.55	4.20±1.21	5.00±0.89	5.37±1.51
C16:0 (Palmitic acid)	40 th day		30.39±1.21	27.78±3.80	29.03±3.68 ^a	31.38±5.70 ^a
	60 th day		30.00±0.76	30.06±3.06	32.13±2.67 ^b	33.24±3.64 ^b
C16:1n7 (Palmitoleic acid)	40 th day		4.26±0.78	2.31±0.37 ^a	1.60±0.17	1.87±0.77
	60 th day		4.68±0.73	1.63±0.20 ^b	1.41±0.32	1.46±0.50
C18:0 (Stearic acid)	40 th day		12.97±0.31	15.18±1.29	16.33±0.76	15.51±1.24
	60 th day		12.57±0.33	15.97±0.67	15.96±0.57	15.78±0.88
C18:1n9 (Oleic acid)	40 th day		23.95±1.15	19.23±1.27	17.97±1.73	16.90±4.10
	60 th day		26.18±0.67	18.30±0.76	16.65±1.53	16.08±0.60
C18:1n7 (Vaccenic acid)	40 th day		7.45±0.87	5.48±0.71 ^a	4.09±0.79 ^a	3.97±2.13
	60 th day		7.59±0.90	4.02±0.64 ^b	3.59±0.52 ^b	3.54±0.52
C18:2n6 (Linoleic acid)	40 th day		6.24±1.02	9.58±1.49	9.22±1.24	9.22±1.63
	60 th day		5.98±0.57	8.89±1.54	9.20±2.09	8.89±2.08
C18:3n6 (γ -linolenic acid)	40 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
	60 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
C18:3n6 (α -linolenic acid)	40 th day		0.27±0.03	0.26±0.01	0.35±0.07	0.46±0.10
	60 th day		0.41±0.14	0.35±0.14	0.38±0.11	0.35±0.09
C20:1n9 (Eicosenoic acid)	40 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
	60 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
C20:4n6 (Arachidonic acid)	40 th day		8.73±0.33 ^a	13.11±1.05	13.65±1.52	12.06±2.39
	60 th day		7.36±0.68 ^b	13.06±1.06	12.01±0.58	11.25±0.86
C20:5n3 (EPA*)	40 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
	60 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
C22:4n6 (Adrenic acid)	40 th day		1.98±0.27	3.44±0.83	3.65±0.41	3.49±0.61
	60 th day		1.79±0.52	3.52±0.27	3.66±0.24	3.57±0.31
C22:6n3 (DHA*)	40 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
	60 th day		0.00	0.00	0.00	0.00
SFA	40 th day		47.12±1.73	46.60±3.58	49.48±4.09	52.01±7.70
	60 th day		46.01±1.43	50.22±3.73	53.09±3.08	54.39±4.38
UFA	40 th day		52.88±1.73	53.40±3.58	50.52±4.09	47.99±7.70
	60 th day		53.99±1.43	49.78±3.73	46.91±3.08	45.61±4.38
MUFA	40 th day		35.66±2.68	27.01±2.30	23.65±2.48	22.75±6.93
	60 th day		38.45±1.45	23.96±1.22	21.66±1.48	21.08±1.50
PUFA	40 th day		17.22±1.44	26.39±3.25	26.86±2.52	25.24±4.27
	60 th day		15.54±0.91	25.82±2.62	25.26±2.33	24.53±3.30
MUFA/SFA	40 th day		0.76±0.08	0.58±0.08	0.48±0.08	0.46±0.20
	60 th day		0.84±0.06	0.48±0.06	0.41±0.05	0.39±0.06
PUFA/SFA	40 th day		0.37±0.03	0.57±0.11	0.55±0.09	0.50±0.12
	60 th day		0.34±0.02	0.52±0.09	0.48±0.07	0.46±0.10

* a-b Different letters with in a column are significantly different (p<0.05)

** Tip : The highest part of velvet antler. Upper : From trez tyne comes out to before tip. Middle : From bez tyne comes out to before upper. Base : under the area to before middle.

- EPA : Eicosapentaenoic acid
- DHA : Docosahexaenoic acid
- SFA : Saturated fatty acid
- UFA : Unsaturated fatty acid
- MUFA : Monounsaturated fatty acid
- PUFA : Polyunsaturated fatty acid

부위별로는 불포화지방산 함량은 분골, 상대에서 높고 포화지방산 함량은 하대에서 높았다. 각 부위별로 성장일수에 따른 유의차가 나타난 성분은 분골에선 arachidonic acid가 60일령에서 40일령에 비해 낮았으며, 상대에서는 palmitoleic acid, vaccenic acid 함량이 60일령에서 낮게 나타났다. 중대에서는 palmitic acid는 60일령이 높고, vaccenic acid 함량은 낮았다. 하대에서는 palmitic acid 함량은 60일령에서 높게 나타났다. 유의적인 차이는 없었으나 분골을 제외하고는 불포화지방산은 성장일수가 경과할수록 함량이 감소하고 포화지방산은 증가하는 경향이 있었다.

성장일수 40일과 60일, 모두 지방산 중에서 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, arachidonic acid의 함량이 높았는데, 이는 [16, 17, 32]의 연구와 비슷한 결과를 나타냈다. 엘크 녹용을 대상으로 한 Jeon 등 [17]의 연구 결과에서는 녹용의 지방산은 불포화지방산이 포화지방산에 비해 함량이 많이 함유되어 있는 것으로 보고한 것과 다르게, 본 연구에서는 40일령에는 하대를 제외하고 불포화지방산 함량이 높은 반면, 60일령에는 분골을 제외하고 포화지방산 함량이 높게 나타났다. Ha 등[33]에 따르면 사료 급여 등에 따라 녹용 성분 중 지방산 조성에 변화가 있는 것으로 보고되고 있어 Ha 등에서 보고된 사료 급여 외에도 녹용 성분에 영향을 미치는 요인이 더 있는지 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 사료된다. 불포화지방산은 이중결합이 1개 있는 단일 불포화지방산과 2개 이상 있는 다가불포화지방산으로 나눌 수 있는데 분골에서 단일불포화지방산 함량은 높았으며, 다가불포화지방산은 함량이 낮은 것을 확인할 수 있었다. Lee 등[18]에서는 40일령과 60일령의 지방산 함량을 비교분석하였는데, 40일에서는 포화지방산과 불포화지방산 함량 차이가 없었으나 60일에서는 40일에 비해 포화지방산 함량이 높아지고 불포화지방산은 함량이 낮아지면서 포화지방산 함량이 더 높은 것으로 나와 본 연구와 같은 비슷한 경향이였다. Lee 등[18]의 실험에서도 40일령에 비해 60일령에서 포화지방산 함량이 높았으며 단일불포화지방산 함량은 낮았으나 다가불포화지방산 함량은 [18]에서는 60일령에서 낮게 함유된 것에 비해 본 실험에서는 분골에서만 함량이 낮아지고 다른 부위에서는 큰 차이는 없었다.

3.5 아미노산

조기절각한 녹용을 성장일수(40일, 60일)로 분석한 아

미노산 조성은 Table 6과 같다. 각 부위별로 상대에서 라이신(Lys), 메티오닌(Met), 페닐알라닌(Phe) 등 14종류의 아미노산이 성장일수별로 유의적인 차이가 있었으며, 대부분의 아미노산이 60일령에 높은 반면 이소류신(Ile)만 60일령에서 40일령에 비해 함량이 낮았다. 하대에서는 류신(Leu), 이소류신(Ile) 등 6종의 아미노산 함량이 60일령에서 유의적으로 낮게 나타났다. 이소류신(Ile)은 류신(Leu), 발린(Val)과 더불어 분지사슬 아미노산 계열(BCAA)로 분류되는데, 특히, 이소류신(Ile)은 TCA 회로에 관여하는 것으로 보고되고 있으며, 발린(Val), 류신(Leu)이 TCA 회로에서 각각 acetyl-CoA, succinyl-CoA에 관여하는 것과 다르게 두 가지 모두 관여하는 것으로 보고되고 있는데[34, 35], 이소류신(Ile)이 녹용 성장일수가 경과될수록 함량이 감소하는 이유로 사료된다.

반면, 글리신(Gly)은 중대, 하대에서 60일령에서 함량이 높았다. 필수아미노산, 비필수아미노산 함량 모두 상대에서 60일령에서 높았으며, 하대에서는 필수아미노산 함량만 60일령에서 낮았다. 엘크 녹용의 각 아미노산 함량은 대체적으로 분골 또는 상대에서 함량이 가장 높고 하대에서 가장 낮았으나 글리신(Gly)은 하대에서 함량이 높았다. Jeon 등[17]의 결과와 마찬가지로 40일, 60일 모두 모든 부위에서 필수아미노산의 함량보다 비필수아미노산의 함량이 높았다.

성장일수가 40일령인 녹용에서는 상대에서 가장 낮고, 60일령에서는 분골에서 가장 낮았다. 필수아미노산 함량은 성장일수가 40일령일 때 분골이 함량이 높게 나왔으며, 60일령에서는 분골, 상대가 높게 나오고 하대가 함량이 낮게 나왔다. 비필수아미노산은 40일령과 60일령에서는 분골이 함량이 높았으나 필수아미노산과는 다르게 부위별 차이가 크지 않았다. 이는 글리신(Gly)의 함량이 하대로 갈수록 높아진 것이 주요한 것으로 사료된다. 꽃사슴, 엘크 모두 상대에서 하대로 갈수록 녹용 내 글리신(Gly) 함량이 증가한 것은 본 연구결과와 유사하였으며[32, 36], 녹용 단백질의 아미노산 조성은 collagen을 구성하는 아미노산 조성과 유사하다고 보고된 바 있다[37]. 이 collagen을 구성하는 아미노산 중 57%가 글리신(Gly), 프롤린(Pro), hydroxyproline 등으로 보고되고 있다[38]. 따라서 collagen 구성요소 중 하나인 글리신(Gly), 프롤린(Pro)은 다른 아미노산들이 상대나 분골에 많은 것과 다르게 녹용 부위 중 하대에 함량이 높다고 볼 수 있다.

Table 6. Amino acid compositions in each section of velvet antler in elk by growth day(40, 60)

Component (%)	Days after casting	Position			
		Tip	Upper	Middle	Base
Lys	40 th day	4.30±0.38	3.45±0.10 ^a	3.77±0.22	3.41±0.10
	60 th day	4.61±0.45	4.36±0.28 ^b	3.61±0.53	3.12±0.34
Leu	40 th day	5.06±0.32	4.25±0.18 ^a	4.62±0.46	3.93±0.13 ^a
	60 th day	5.29±0.43	5.36±0.46 ^b	4.14±0.89	3.37±0.46 ^b
Met	40 th day	5.66±0.49	4.47±0.12 ^a	4.75±0.26	4.34±0.13
	60 th day	5.93±0.51	5.38±0.30 ^b	4.49±0.57	3.93±0.34
Val	40 th day	3.28±0.30	2.69±0.11 ^a	2.94±0.28	2.54±0.10
	60 th day	3.46±0.30	3.44±0.24 ^b	2.70±0.51	2.24±0.28
Ile	40 th day	2.02±0.66	1.15±0.03 ^a	1.01±0.06	1.02±0.07 ^a
	60 th day	1.74±0.19	1.03±0.06 ^b	0.93±0.04	0.90±0.06 ^b
Thr	40 th day	2.90±0.28	2.25±0.08 ^a	2.33±0.17	2.12±0.10 ^a
	60 th day	3.05±0.29	2.67±0.22 ^b	2.04±0.54	1.90±0.22 ^b
Phe	40 th day	2.84±0.26	2.37±0.11 ^a	2.64±0.25	2.28±0.06 ^a
	60 th day	2.90±0.24	3.00±0.19 ^b	2.40±0.42	2.00±0.22 ^b
His	40 th day	1.75±0.11	1.61±0.10 ^a	1.91±0.32	1.47±0.05
	60 th day	1.88±0.16	2.31±0.20 ^b	1.64±0.49	1.21±0.23
Gly	40 th day	7.02±0.57	6.18±0.48 ^a	7.13±0.67 ^a	7.79±0.53 ^a
	60 th day	6.79±0.53	7.14±0.15 ^b	8.08±0.34 ^b	8.30±0.10 ^b
Cys	40 th day	0.99±0.13	0.67±0.04	0.59±0.08	0.57±0.08
	60 th day	1.07±0.26	0.67±0.05	0.53±0.08	0.47±0.10
Arg	40 th day	4.38±0.45	3.33±0.14 ^a	3.54±0.21	3.62±0.15
	60 th day	4.38±0.47	3.75±0.15 ^b	3.68±0.09	3.58±0.13
Pro	40 th day	5.66±0.44	5.07±0.26 ^a	5.60±0.41	5.92±0.35
	60 th day	5.51±0.32	5.62±0.19 ^b	6.04±0.10	6.00±0.17
Tyr	40 th day	1.60±0.15	1.11±0.02	1.03±0.03	0.98±0.05 ^a
	60 th day	1.62±0.21	1.13±0.15	0.91±0.19	0.80±0.16 ^b
Asp	40 th day	0.72±0.09	0.48±0.03	0.48±0.05	0.41±0.03
	60 th day	0.75±0.15	0.47±0.03	0.41±0.04	0.37±0.04
Ser	40 th day	3.28±0.32	2.52±0.06 ^a	2.62±0.13	2.49±0.08 ^a
	60 th day	3.36±0.29	2.89±0.14 ^b	2.50±0.20	2.29±0.15 ^b
Glu	40 th day	8.68±0.85	6.41±0.09 ^a	6.39±0.26	6.34±0.24
	60 th day	8.92±0.87	6.79±0.28 ^b	6.43±0.34	5.98±0.32
Ala	40 th day	4.55±0.32	4.00±0.19 ^a	4.60±0.16	4.47±0.18
	60 th day	4.72±0.32	5.03±0.18 ^b	4.75±0.32	4.44±0.17
Essential amino acids	40 th day	27.80±2.52	22.24±0.77 ^a	23.96±1.89	21.12±3.01 ^a
	60 th day	28.85±2.50	27.54±1.94 ^b	21.93±3.89	18.67±2.13 ^b
Non-essential amino acid	40 th day	36.88±3.23	29.76±1.11 ^a	31.98±1.72	32.57±1.35
	60 th day	37.13±3.17	33.49±1.08 ^b	33.32±0.81	32.23±1.13

* a-b Different letters within a column are significantly different (p<0.05)

** Tip : The highest part of velvet antler. Upper : From trez tyne comes out to before tip. Middle : From bez tyne comes out to before upper. Base : under the area to before middle.

4. 결론

본 연구는 조기에 절각할 시 성장일수별로 녹용 성분의 변화를 알아보기 위하여 수행하였다.

건물함량은 성장일수별로 유의차는 없었으나 하대로 내려갈수록 함량이 증가하는 경향이 있었다. 조단백질은 분골에 함량이 많았으며 성장일수가 경과할수록 상대에서 증가하고 하대에서 조단백질 함량이 유의적으로 감소하였다. 조지방은 성장일수별로 차이는 없었으며, 분골에 함량이 높게 나타났다. 조섬유, 조회분은 하대에 함량이 높았으며, 성장일수가 경과할수록 하대에서 유의적으로 함량이 증가하였다. pH는 분골에서 수치가 낮았으며, 성

장일수 변화에 따른 차이는 없었다. 무기질은 분골에서 칼륨(K) 함량이 높았으며, 상대에서 철분(Fe) 함량이 높으며, 하대에서 칼슘(Ca), 인(P), 마그네슘(Mg) 함량이 높게 나타났다. 각 부위별로 성장일수에 따른 유의차가 나타난 성분은 상대에서 철분(Fe) 함량이 60일령이 40일령보다 유의적으로 높았다. 중대에서는 칼슘(Ca), 인(P) 함량은 높아지는 반면, 칼륨(K), 아연(Zn), 망간(Mn) 함량은 낮아졌다. 하대에서는 성장일수가 경과할수록 칼륨(K), 철분(Fe) 함량이 감소하였다. 지방산은 부위별로는 불포화 지방산 함량은 분골, 상대에서 높고 포화지방산 함량은 하대에서 높았다. 각 부위별로 성장일수에 따른 유의차가 나타난 성분은 분골에선 arachidonic acid가 60일령에

서 40일령에 비해 낮았으며, 상대에서는 palmitoleic acid, vaccenic acid 함량이 60일령에서 낮게 나타났다. 중대에서는 palmitic acid는 60일령이 높고, vaccenic acid 함량은 낮았다. 하대에서는 palmitic acid 함량은 60일령에서 높게 나타났다. 유의적인 차이는 없었으나 분골을 제외하고는 불포화지방산은 성장일수가 경과할수록 함량이 감소하고 포화지방산은 증가하는 경향이 있었다. 아미노산은 각 부위별로 성장일수에 따른 유의차가 나타난 아미노산은 상대에서 라이신(Lys), 메티오닌(Met), 페닐알라닌(Phe) 등 14종류의 아미노산이 유의적인 차이가 있었으며, 다른 아미노산은 60일령에 높은 반면 이소류신(Ile)만 60일령에서 40일령에 비해 함량이 낮았다. 하대에서는 류신(Leu), 이소류신(Ile) 등 6종의 아미노산 함량이 60일령에서 유의적으로 낮게 나타났다. 반면, 글리신(Gly)은 중대, 하대에서 60일령에서 함량이 높았다. 필수아미노산, 비필수아미노산 함량 모두 상대에서 60일령에서 높았으며, 하대에서는 필수아미노산 함량만 60일령에서 낮았다.

본 연구 결과는 조기에 절각을 진행할 경우에 성장일수별로 녹용의 성분함량 변화에 대한 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] Z. Sui, L. Zhang, Y. Huo, Y. Zhang, "Bioactive components of velvet antlers and their pharmacological properties", *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, Vol.87, pp.229-240, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2013.07.044>
- [2] L. W. Son, M. G. Shin, H. I. Lee, "Effects of deer antler on the phagocytic activity of reticuloendothelial system in starved mice", *The Journal of Korean Medicine*, Vol.7, No.2, pp.174-183, 1986.
- [3] Y. N. Han, K. O. Kim, K. H. Hwang, "Effect of the water extract of pilose antler of *Cervus nippon* var. *mantchuricus* on acute-phase proteins in rat blood", *The Journal of Applied Pharmacology*, Vol.2, No.1, pp.59-64, 1994.
- [4] P. J. Park, Y. J. Jeon, S. H. Moon, B. T. Jeon, "Chemical composition and biological activity of velvet antler", *Food Industry and Nutrition*, Vol.10, No.2, pp.50-59, 2005.
- [5] K. H. Shin, "Pharmaceutical activation and activative composition of velvet antler", *Korean Deer Journal*, Vol.8, No.50, pp.97-101, 2003.
- [6] J. R. Mikler, C. L. Theoret, J. C. High, "Effects of topical elk velvet antler on cutaneous wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats", *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, Vol.10, No.5, pp.835-840, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1089/acm.2004.10.835>
- [7] L. J. Gu, E. Y. Mo, Z. H. Yang, Z. M. Fang, B. S. Sun, C. Y. Wang, X. M. Zhu, J. F. Bao, C. K. Sung, "Effects of red deer antlers on cutaneous wound healing in full-thickness rat models", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol.21, No.2, pp.277-290, 2008.
- [8] A. Fraser, S. R. Haines, E. C. Stuart, M. J. Scandlyn, A. Alexander, T. J. Somers-Edgar, R. J. Rosengren, "Deer velvet supplementation decreases the grade and metastasis of azoxymethane-induced colon cancer in the male rat", *Food and Chemical Toxicology*, Vol.48, No.5, pp.1288-1292, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.02.024>
- [9] K. A. Lee, H. Y. Chung, "Biological activities of a Korean traditional prescription, *Nogyongdaebotang*", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.33, No.1, pp.28-33, 2004.
- [10] C. H. Cho, B. H. Lee, H. Y. Kim, Y. C. Kim, D. O. Kim, "Effect of feedstuffs on mineral composition, antioxidant capacity, and protection of neuronal PC-12 cells of deer antlers", *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering*, Vol.27, No.4, pp.243-250, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2012.27.4.243>
- [11] J. H. Choi, N. Kim, S. Kim, H. R. Park, K. W. Yu, H. S. Lee, "Immunoregulatory effects of deer antler mixture extract", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.49, No.1, pp.19-27, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.1.19>
- [12] Y. J. Li, T. H. Kim, H. Kwak, Z. Lee, S. Y. Lee, G. J. Jhon, "Chloroform extract of deer antler inhibits osteoclast differentiation and bone resorption", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol.113, No.2, pp.191-198, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.04.020>
- [13] H. Kim, M. G. Kim, K. H. Leem, "Comparison of the effect of velvet antler from different sections on longitudinal bone growth of adolescent rats", *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Vol.2016, No.1927534, pp.1-9, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1927534>
- [14] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Other livestock statistics, p.91, MAFRA, 2019, pp.20-23.
- [15] T. Ian, P. Tony, F. Bruce, Elk farming handbook, p.291, Viking Livestock Incorporated, 2000, pp.187-200.
- [16] B. Y. Lee, O. H. Lee, H. S. Choi, "Analysis of food components of Korean deer antler parts", *Korean Journal of Food Science Technology*, Vol.35, pp.52-56, 2003.
- [17] B. T. Jeon, S. H. Moon, S. R. Lee, M. H. Kim, "Changes of amino acid, fatty acid and lipid composition by the growth period in velvet antler", *Korean Society for*

- Food Science of Animal Resources*, Vol.30, No.6, pp.989-996, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2010.30.6.989>
- [18] S. R. Lee, B. T. Jeon, S. J. Kim, M. H. Kim, S. M. Lee, S. H. Moon, "Effects of antler development stage on fatty acid, vitamin and GAGs contents of velvet antler in spotted deer (*Cervus nippon*)", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol.20, No.10, pp.1546-1550, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.1546>
- [19] E. Slotopolsky, C. Weerts, K. Norwood, K. Giles, P. Fryer, J. Finch, D. Windus, J. Delmez, "Long-term effects of calcium carbonate and 2.5 mEq/liter calcium dialysate on mineral metabolism", *Kidney International*, Vol.36, pp.897-903, 1989.
DOI: <https://doi.org/10.1038/ki.1989.277>
- [20] J. Cline, "Calcium and vitamin D metabolism, deficiency, and excess", *Topics in Companion Animal Medicine*, Vol.27, No.4, pp.159-164, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2012.09.004>
- [21] K. Smith, J. M. Barua, P. W. Watt, C. M. Scrimgeour, M. J. Rennie, "Flooding with L-[1-13C]leucine stimulates human muscle protein incorporation of continuously infused L-[1-13C]valine", *American Journal of Physiology*, Vol.262, No.3, pp.E372-376, 1992.
DOI: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1992.262.3.E372>
- [22] K. Smith, N. Reynolds, S. Downie, A. Patel, M. J. Rennie, "Effects of flooding amino acids on incorporation of labeled amino acids into human muscle protein", *American journal of physiology*, Vol.75, No.1, pp.E73-8, 1998.
DOI: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1998.275.1.E73>
- [23] R. J. Distel, G. S. Robinson, B. M. Spiegelman, "Fatty acid regulation of gene expression transcriptional and post-transcriptional mechanisms", *Journal of Biological Chemistry*, Vol.267, No.9, pp.5937-5941, 1992.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)42645-2](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)42645-2)
- [24] A. J. Hulbert, "Life, death and membrane bilayers", *Journal of Experimental Biology*, Vol.206, pp.2303-2311, 2003.
DOI: <http://doi.org/10.1242/jeb.00399>
- [25] M. E. Hise, J. C. Brown, "Lipids. In the A.S.P.E.N nutrition support core curriculum: A case-based approach-the adult patient. M. M. Gottschlich, editor", p.824, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 2007, pp.48-70.
- [26] FAO, Fats and fatty acids in human nutrition, report of an expert consultation, p.166, FAO Food Nutrition Paper, Vol.91, No.1, 2010, pp.1-166.
- [27] AOAC. Official Methods of Analysis. 6th edition. 1995, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- [28] H. J. Kim, H. J. Kim, J. Jeon, K. C. Nam, K. S. Shim, J. H. Jung, K. Kim, Y. Choi, S. H. Kim, A. Jang, "Comparison of the quality characteristics of chicken breast meat from conventional and animal welfare farms under refrigerated storage", *Poultry Science*, Vol.99, No.3, pp.1788-1796, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.009>
- [29] B. T. Jeon, J. H. Jung, S. M. Lee, S. H. Moon, "Effect of feeding of conjugated linoleic acid(CLA) and coumarin on the biochemical composition of velvet antler and blood serum in spotted deer(*Cervus nippon*)", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.47, No.3, pp.429-438, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2005.47.3.429>
- [30] B. T. Jeon, S. M. Lee, M. H. Kim, S. H. Moon, "Effects of dietary protein level on production and chemical composition of velvet in spotted deer(*Cervus nippon*)", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.47, No.5, pp.805-812, 2005.
- [31] W. J. Banks, J. W. Newbrey, "Antlers development as unique modification of mammalian endochondrial ossification. In Antler development in Cervidae. R. D. Brown editor", p.480, Caesar Kleberg Wildlife Research Institute, 1983, pp.279-306.
- [32] H. H. Sunwoo, T. Nakano, R. J. Hudson, J. S. sim, "Chemical composition antlers from wapiti(*Cervus elaphus*)", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.43, No.11, pp.2846-2849, 1995.
DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00059a014>
- [33] Y. W. Ha, B. T. Jeon, S. H. Moon, Y. S. Kim, "Comparison of biochemical components among different foddors-treated antlers", *The Korean Society of Pharmacognosy*, Vol.34, No.1, pp.40-44, 2003.
- [34] M. L. Johansen, L. K. Bak, A. Schousboe, P. Iversen, M. Sorensen, S. Keiding, H. Vilstrup, A. Gjedde, P. Ott, H. S. Wasgepetersen, "The metabolic role of isoleucine in detoxification of ammonia in cultured mouse neurons and astrocytes", *Neurochemistry International*, Vol.50, pp.1042-1051, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2007.01.009>
- [35] P. Ott, O. Clemmesen, F. S. Larsen, "Cerebral metabolic disturbances in the brain during acute liver failure: from hyperammonemia to energy failure and proteolysis", *Neurochemistry International*, Vol.47, pp.13-18, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2005.04.002>
- [36] B. Jeon, S. Kim, S. Lee, P. Park, S. Sung, J. Kim, S. Moon, "Effect of antler growth period on the chemical composition of velvet antler in sika deer(*Cervus nippon*)", *Mammalian Biology*, Vol.74, No.5, pp.374-380, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2008.07.005>
- [37] S. S. Lim, H. S. Chung, I. B. Baek, K. H. Shin, "Analysis of the composition of biochemical components in unossified antlers", *Korean Journal of Pharmacognosy*, Vol.30, No.3, pp.314-319, 1999.
- [38] P. Li, G. Wu, "Role of dietary glycine, proline, and hydroxylproline in collagen synthesis and animal growth", *Amino Acids*, Vol.50, No.29-38, 2018.
DOI: <http://doi.org/10.1007/s00726-017-2490-6>

김 동 교(Dong-Kyo Kim)

[준회원]



- 2015년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2012년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>
가축사양, 생명자원

이 진 옥(Jinwook Lee)

[정회원]



- 2015년 2월 : 전북대학교 축산학과 (농학석사)
- 2020년 8월 : 전북대학교 대학원 축산학과 (농학박사)
- 2016년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>
가축영양, 반추미생물

이 상 훈(Sang-Hoon Lee)

[정회원]



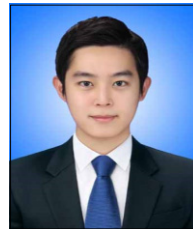
- 2004년 8월 : 경상대학교 대학원 응용생명과학부 (이학석사)
- 2007년 8월 : 경상대학교 대학원 응용생명과학부 (이학박사)
- 2008년 1월 ~ 2014년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

- 2015년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>
분자유종, 염소유전체

노 희 종(Hee-Jong Roh)

[정회원]



- 2018년 8월 : 충남대학교 동물자원과학부 가축번식육종학(농학석사)
- 2015년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>
유전육종, 유전자원 관리

이 은 도(Eun-Do Lee)

[정회원]



- 2018년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>
가축번식, 가축육종

이 성 수(Sung-Soo Lee)

[정회원]



- 1998년 2월 : 제주대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2010년 8월 : 제주대학교 대학원 축산학과 (농학박사)
- 1993년 8월 ~ 2012년 6월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

- 2012년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>
가축번식, 염소개량

장 애 라(Aera Jang)

[정회원]



- 2001년 : 서울대학교 농생명공학부 (농학석사)
- 2004년 : 서울대학교 농생명공학부 (농학박사)
- 2007년 ~ 2012년 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

- 2012년 ~ 현재 : 강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 교수

<관심분야>

동물성 식품의 품질 및 영양생리 기능, 식품화학, 식품안전관리

김 관 우(Kwan-Woo Kim)

[정회원]



- 2015년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2018년 8월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학박사)
- 2018년 8월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>

가축번식, 가축육종