

국내산 녹용의 부위별 식품학적 성분 분석

이부용* · 이옥환 · 최현선
 한국식품개발연구원

Analysis of Food Components of Korean Deer Antler Parts

Boo-Yong Lee*, Ok-Hwan Lee and Hyeon-Son Choi
 Korea Food Research Institute

Physicochemical properties of freeze-dried upper and middle parts of Korean raw antler were investigated and analyzed. Moisture contents of upper part and middle part were 51.7 and 63.6%, respectively. Contents of crude protein, crude fat, crude ash, and carbohydrates of upper part of antler were 66.91, 3.52, 22.70, and 6.87%, respectively. Whereas those of middle part were 52.64, 2.50, 34.54, and 6.07, respectively. Phosphorous content was the highest in both upper (2562.0 mg%) and middle (2536.0 mg%) parts. Glycine (7597.9 mg%) and glutamic acid (5769.4 mg%) were major amino acids in upper part, glycine (9612.0 mg%) and proline (5906.3 mg%) in middle part were the major amino acids. Free sugars including fructose, glucose, sucrose, and maltose were not detected. Palmitic acid (upper part 30.83%, middle part 32.23%) was the major fatty acid in crude fat of both upper and middle parts. Vitamin A (retinol) contents of upper and middle parts were 16.40 and 12.32 IU/100 g, respectively. Vitamin C was not detected. Upper part of antler showed the highest redness (8.18), whereas middle part showed the highest lightness (71.72) and yellowness (8.13). The color difference (ΔE 27.11) between upper part and middle part was distinguished remarkably.

Key words: Korean deer antler, parts, food components, analysis

서 론

녹용(Antler, Cervi Parvum Cornu)은 사슴과(Cervidae)에 속하는 사슴의 각질화되지 않은 어린빨을 건조한 것으로서 우리나라를 비롯한 동북아 지역에서 약용 및 식용으로 널리 이용되어 왔다. 사슴과는 4아과 16속 189아종으로 분류하고 있으며 우리나라에서 사용되고 있는 녹용의 기원동물로는 사슴아과(Cervinac)에 속하는 매화록(*Cervus nippon* Temminck, Japanese deer), 마록(*Cervus elaphus*, Red deer), 대록(*Cervus canadensis*) 등이 있으며 이외에 흰꼬리사슴아과(Odocoilinae)에 속하는 순록(*Rangifer tarandus*, Reindeer)의 뿔도 과거에 녹용으로 유통된 적이 있었다⁽¹⁾. *Cervus elaphus*에는 12아종이 있고, *Cervus nippon*에는 13아종이 있어서 중국, 한국, 일본 모두 서로 다른 범위를 적용하고 있다⁽²⁾.

녹용은 오래전부터 동양의학에서 강정, 강장의 목적과 많은 병의 치료제로 이용되어 왔다. 강장작용, 생장발육촉진작

용, 조혈작용, 신경쇠약치료작용, 심부전증치료작용, 콜레스테롤 저하 작용, 면역활성 증가, 오장육부의 기능향진작용 등의 다양한 효능이 있는 것으로 보고되고 있다.

녹용에 대한 국내연구 보고들을 보면, 동물의 발육에 미치는 녹용의 효과에 관한 연구^(3,4), 녹용의 약효성분에 관한 연구⁽⁵⁻⁹⁾, 녹용중의 당 함유 물질⁽¹⁰⁾과 gangliosides의 분리과 분석⁽¹¹⁾, 산지별로 녹용의 성분을 분석한 연구^(2,12,13), 녹용을 발효시켜서 생리활성의 변화를 조사한 연구⁽¹⁴⁾ 등이 있다. 녹용에 관한 국외 연구보고들은 녹용의 성장과 관련된 IGF-1에 관한 보고^(15,16), Wapiti 녹용의 성분 분석에 관한 연구^(17,18), 녹용의 성장에 대한 현미경적인 연구⁽¹⁹⁾, 생화학적 및 조직학적 연구⁽²⁰⁾, 녹용 겔피부의 형성과 그것이 벨벳층으로 전환되는 것에 대한 조직학적 연구⁽²¹⁾ 등의 많은 논문들이 발표되었다.

한편, 녹용은 최근 들어와서 소득수준이 향상됨에 따라 건강보조식품의 주요 재료로 많이 활용되는 추세이지만, 산지와 채취 시기 및 부위에 따라 약효나 성분상의 많은 차이를 보인다고 한다. 이는 객관적인 자료에 의존하기보다는 한방적인 주관적 견해에 의한 것이 많기 때문에 논란의 여지가 항상 대두된다. 따라서 많은 객관적인 분석보고 자료의 체계화가 필요하나 연구결과 보고가 상당히 부족한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 국내산 엘크(Elk)녹용의 상대와 중

*Corresponding author : Boo-Yong Lee, Korea Food Research Institute, San 46-1 Backhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
 Tel: 82-31-780-9074
 Fax: 82-31-780-9234
 E-mail: lbyong@kfri.re.kr

대 부위별 일반성분, 아미노산 조성, 무기질 조성, 지방산 조성, 유리당조성, 비타민 A와 C, 색도 등의 식품학적성분을 분석하고, 특성을 비교하여 녹용의 식품소재화 가공시 활용될 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 녹용은 제주도의 농장에서 2001년에 채취한 엘크(*Cervus canadensis*, Elk)의 것을 구입하였다. 현지에서 구입시 상대와 중대로 구분하여 드라이아이스를 사용하여 -25°C 이하로 냉동시킨 상태에서 운송하였다. 실험실에서 동결건조한 후 분말화하여 일반성분, 아미노산, 유리당, 무기질, 지방산, 비타민 A 및 C 분석을 실시하였다.

일반성분 분석

AOAC법⁽²²⁾에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조단백은 semi micro kjeldahl법, 조회분은 550°C 회화법으로 정량하였다. 탄수화물은 100에서 조지방, 조단백, 조회분을 뺀 값으로 하였다.

아미노산 분석

시료 약 0.2 g을 정확히 취하여 50 mL 앰플에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 N_2 로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110°C 오븐에서 24시간 가수분해시킨 뒤 방냉하여 50 mL 정용플라스크에 옮기고 탈이온수로 정용한 후 0.2 μm membrane 필터로 여과하였다. AccQ·Fluor Reagent Kit를 사용하여 AccQ·Tag 방법⁽²³⁾으로 유도체화시켜 녹용의 구성 아미노산을 분석하였다. 즉, 여과된 유리 아미노산 시료 10 μL 를 취하여 시험관($\phi 6 \times 50$ mm) 밑바닥에 조심스럽게 담고 여기에 AccQ·Fluor Reagent Kit의 1용액 70 μL 를 넣어 혼합하였다. 여기에 미리 55°C 에서 반응시킨 2A 용액 20 μL 를 넣어 재 혼합하였고, 이를 실온에서 1분간 방치한 후 55°C 에서 10분간 유도체화시킨 다음 HPLC로 유리 아미노산을 측정하였다.

분석에 사용한 아미노산 표준물질은 amino acid standard H(Pierce, USA)이고, 칼럼은 AccQ·Tag column(3.9×150 mm, Waters, USA)이었다. 1 L 정용 플라스크에 0.14 M sodium acetate trihydrate와 0.05% triethylamine이 각각 함유되어 HPLC용 H_2O 로 정용한 후 인산을 사용하여 pH 5.0으로 조정된 이동상 A용액과 60% acetonitrile인 이동상 B용액을 gradient로 공급하면서 용출시켰다. 검출기는 fluorescence detector(Ex. 250 nm, Em. 395 nm, Jasco, Japan), 시료주입량은 5 μL , column의 분석온도는 37°C 이었다.

유리당 분석

녹용분말시료 10 g에 80% ethanol 190 mL을 넣고 90°C 항온수조에서 2시간 동안 환류추출한 후 $10,000 \times \text{g}$ 에서 10분 동안 원심분리하여 얻은 상등액을 적당히 농축시켜, 0.25 μm membrane 필터로 여과한 후 HPLC(JASCO AS-950-10, Jasco, Japan)로 분석하였다.

사용한 칼럼은 carbohydrate analysis column(300×3.9 mm,

Waters, USA), 용매는 80% acetonitrile, 이동속도는 1.5 mL/min, 검출기는 RI, 온도는 20°C , 시료주입량은 10 μL 이었다. 유리당 표준시료는 fructose, sucrose, glucose, maltose를 사용하였다.

지방산 분석

녹용분말시료의 지방질은 soxhlet 추출법⁽²²⁾으로 추출하고 AOAC법⁽²⁴⁾에 따라 50 mL의 동근플라스크에 지방질 200 mg을 취하여 0.5 N NaOH/MeOH를 넣고 환류냉각기를 부착한 다음 지방구가 없어질 때까지 가열된 모래상자에서 5~10분간 가수분해시켰다. 10% BF_3/MeOH 5 mL을 환류냉각기 위로 천천히 넣어 2분간 모래상자에 방치하여 반응시켰다. 다시 5 mL hexan을 환류냉각기 위로 넣어 1분간 반응시키고 냉각관에서 분리하여 반응플라스크에 포화식염수 15 mL을 넣고 마개를 막은 상태에서 5초간 가볍게 흔들어 준 후 포화식염수를 추가로 넣어 hexan층이 플라스크 목까지 올라오도록 하였다. hexan층을 뽑아 무수황산나트륨이 들어있는 파스퇴르 피펫을 통과시켜 탈수시키고 탈수된 시험액을 가스스크로마토그래피에 주입하여 분석하였다. 사용한 칼럼은 BP-20(0.32 mm i.d. $\times 30$ m $\times 0.25$ μm film thickness, USA), 검출기는 불꽃이온화 검출기(FID), 온도는 주입기 230°C , 검출기 250°C , 오븐 $160^{\circ}\text{C}/1$ min- $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ - $220^{\circ}\text{C}/9$ min, 운반기체는 헬륨, 주입량은 0.2 μL 이었다.

무기질 분석

무기질 전처리는 건식법⁽²⁴⁾으로 하였다. 즉, 각 시료 약 2 g을 도가니에 넣고 전열기에서 예비 가열시킨 후 550°C 전기회화로에서 2시간 회화한 다음 방냉하였다. 여기에 탈이온수 10방울을 가하고 묽은 질산(1:1 HNO_3) 4 mL를 넣은 다음 다시 전열기(120°C)에서 수분을 제거시키고 550°C 전기회화로에서 1시간 회화·방냉하였다. 여기에 묽은염산(1:1 HCl) 10 mL을 첨가한 다음 이를 50 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수로 정용, 여과하여 유도결합플라즈마원자방출분광법(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, Jobin Yvon JY138 Ultrace, France)으로 분석하였다. 각 원소의 표준용액은 0, 1, 10 ppm의 3수준의 농도로 조제하여 표준검량곡선을 작성하였다.

이 때 ICP-AES의 작동조건은 power: 1 KW for aqueous, nebulizer pressure: 3.5 bars for meinhard type c, aerosol flow rate: 0.3 L/min, sheath gas flow: 0.3 L/min, cooling gas: 12 L/min이었다. 각 무기질의 검출 파장은 Ca: 393.366, Mg: 279.553, Mn: 257.610, Se: 196.090, Na: 588.995, K: 766.490, Fe: 238.204, P: 213.618, Zn: 213.856이었다.

비타민 A

AOAC법⁽²⁴⁾에 따라 시료를 약 20 g 정도 취한 후 시료가 들어있는 균질기에 추출용액(chloroform : MeOH : H_2O = 1 : 2 : 0.9, v/v/v) 190 mL을 넣고, 5,000 rpm에서 5분간 교반, 추출하였다. 클로로포름 50 mL을 다시 균질기에 넣고 1분간 추출한 후 균질기속의 시험액을 분액여두에 옮기고 방치하였다. 세층으로 분리가 된 분액여두액으로부터 하층의 클로로포름을 삼각플라스크에 모으고 무수황산나트륨으로 수분을

없던 후 여과하여 감압농축하였다. 추출한 감압건조물에 2 N KOH-EtOH 20 mL를 정확히 넣어 환류냉각장치에서 30분간 가수분해시키고 20 mL의 증류수를 냉각관 위에서 천천히 넣은 다음 검화수기를 꺼내어 급냉시켰다. 시험액을 250 mL 분액여두에 옮기고, 검화수기는 30 mL 증류수로 세척하여 분액여두에 합쳤다. 50 mL 에틸에테르를 분액여두에 넣고 15 초간 격렬히 추출한 다음 층분리하여 에테르층을 다른 분액여두로 옮겼다. 다시 시험액에 40 mL 에틸에테르를 넣고 2 회 반복 추출하여 에테르층을 모으고, 에테르층을 모두 합하여 1% phenolphthalein을 넣고 증류수로 세척하여 알칼리 성분을 중화시켰다. 중화가 끝난 다음 에틸에테르를 모아서 무수황산나트륨을 넣어 수분을 제거하고 여과시킨 후, 감압농축으로 에테르를 제거하였다. 감압건조물에 MeOH을 10 mL를 넣어 충분히 녹였다. 0.45 μ L membrane으로 여과하여 여액 10 μ L를 HPLC에 주입하였다. 표준물질은 retinol, 사용한 컬럼은 reversed-phase column(μ -Bondapak C₁₈ 30 \times 0.39 cm, Ireland), 검출기는 UV detector(325 nm), 이동상 용액은 acetonitrile : MeOH : H₂O = 88 : 10 : 2(v/v/v), 속도는 0.55 mL/min, 컬럼오븐의 온도는 40°C였다.

비타민 C

AOAC법⁽²⁴⁾에 따라 시료 2 g을 취한 후 5% HPO₃ 100 mL을 가하여 저온에서 1시간 동안 추출하고, 0.45 μ m membrane으로 여과하여 여과액 20 μ L를 HPLC에 주입하였다. 사용한 컬럼은 NH₂ column(High performance carbohydrate column, 4.6 \times 250 mm, USA)이었고 검출기는 UV detector(검출광장: 254 nm), 이동상용액은 acetonitrile/50 mM NH₄H₂PO₄ (70 : 30, v/v), 속도는 1.0 mL/min, 컬럼오븐의 온도는 40°C, 표준시약은 ascorbic acid, 주입량은 20 μ L였다.

색도

동결건조한 상대와 중대를 60~80 mesh로 분쇄하여 색차계(Chromameter CR-300, Minolta Camera Co., Japan)로 명도(L, lightness) 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 이때 사용한 표준백색판의 명도, 적색도, 황색도는 각각 97.75, 0.49, 1.96이었다.

결과 및 고찰

일반성분

생녹용의 수분함량은 상대 51.7%, 중대 63.6%이었다. 녹용의 일반성분은 Table 1과 같이 동결건조한 시료의 건물량을 기준으로 할 때 상대는 조단백질 66.91%, 조지방 3.52%, 조회분 22.70%, 탄수화물 6.87%이었고, 중대는 조단백질 52.64%, 조지방 2.50%, 조회분 34.54%, 탄수화물은 6.07%로

Table 1. Approximate composition of freeze-dried deer antler
(%, dry basis)

Antler	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate
Upper part	5.20	66.91	3.52	22.70	6.87
Middle part	4.25	52.64	2.50	34.54	6.07

조단백질과 조회분에서 상대와 중대는 큰 차이를 보였다. 이는 상대부위에 녹혈이 많이 존재하기 때문인 것으로 판단된다. 조단백질의 경우 Sunwoo 등⁽¹⁷⁾의 결과에서 상대 61.50%, 중대 57.13%로 상대가 중대보다 높은 수치를 나타낸 것과 일치하는 결과 이었다. 또한 조회분의 경우도 절대적인 수치는 조금 다르지만 상대 24.56%, 중대 34.90%로 보고한 Hong 등⁽¹⁾의 결과와도 같은 경향을 나타내었다.

아미노산 조성

녹용의 아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 상대의 경우에는 glycine과 glutamic acid의 함량이 각각 7597.9 mg%, 5769.4 mg%로 다른 아미노산들에 비해 높게 나타났고 cystine이 693.3 mg%로 가장 적었다.

중대에는 glycine과 proline 함량이 각각 9612.0 mg%, 5906.3 mg%로 높았으며 cystine이 496.7 mg%로 가장 적었다. 상대와 중대를 비교해 볼 때 glycine의 함량이 상대보다 중대에서 높게 나타났다. 상대와 중대 모두 valine, threonine, leucine, isoleucine, lysine, methionine, phenylalanine 등의 필수아미노산이 모두 골고루 존재하는 것으로 나타났지만, 총 함량은 상대와 중대 각각 16940.4 mg%, 11934.5 mg%로 상대에 필수 아미노산의 함량이 많았다. 이와같은 결과는 녹용의 아미노산 함량중에 glycine이 가장 높게 나타난 Bae⁽³⁾의 결과 및 중대에 비해 상대의 glycine 함량이 작고 필수아미노산 함량은 높게 나타난 Sunwoo 등⁽¹⁷⁾의 결과와도 같은 경향을 보여주는 것이었다.

유리당 조성

녹용에는 녹혈이 상당량 함유되어 있어서 유리당이 어느 정도 검출될 것이라고 예상했으나, 상대와 중대 모두에서 fructose, sucrose, glucose, maltose는 검출되지 않았다.

Table 2. Amino acids composition of freeze-dried deer antler
(mg%, dry basis)

Amino acids	Upper part	Middle part
Asp	4753.4	3586.7
Ser	2105.1	1703.4
Glu	5769.4	5531.4
Gly	7597.9	9612.0
His	1901.2	804.1
Thr	2265.2	1732.8
Arg	3855.9	4342.4
Ala	4178.4	4136.3
Pro	4925.4	5906.3
Cys	693.3	496.7
Tyr	1117.8	814.9
Val	2867.1	1817.4
Met	1065.0	770.1
Lys	3581.6	2690.1
Ile	1044.0	1069.5
Leu	3752.4	2286.2
Phe	2365.1	1568.4
Total	53838.3	48868.8

Table 3. Fatty acids composition in crude fat of freeze-dried deer antler
(%, crude fat dry basis)

Fatty acid	Upper part	Middle part
Myristic acid	3.92	5.57
Palmitic acid	30.83	32.23
Palmitoleic acid	1.39	0.82
Stearic acid	17.33	14.29
Oleic acid	16.32	10.81
Linoleic acid	10.24	7.44
Linolenic acid	- ¹⁾	-
Arachidic acid	1.17	1.39
Eicosenoic acid	15.77	24.27
Behenic acid	1.12	1.20
Erucic acid	-	-
Lignoceric acid	1.91	1.97
DHA	-	-
Total	100	100

¹⁾Not detected.

지방산 조성

동결건조한 녹용의 조지방에 대한 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 동결건조한 녹용 상대부위의 조지방 중에 가장 많이 함유되어 있는 지방산은 palmitic acid 30.83%, stearic acid 17.33%, oleic acid 16.32%, eicosenoic acid 15.77% 순이었다. 중대부위는 palmitic acid 32.23%, eicosenoic acid 24.27%, stearic acid 14.29%, oleic acid 10.81% 순이었다. 한편 linolenic acid, erucic acid, DHA 등은 검출되지 않았다. 이는 Sunwoo 등⁽¹⁷⁾이 보고한 지방산 조성의 결과와도 비슷한 경향이었다.

무기질 조성

녹용의 무기질 함량은 Table 4와 같이 상대와 중대 모두에서 P가 2562.0 mg%, 2536.0 mg%로 가장 높게 나타났고, Ca, K, Na의 순으로 높게 함유되어 있었다. Se은 검출되지 않았다. P의 함량이 가장 높게 함유되어 있다고 보고한 Bae⁽³⁾의 결과 및 Ca, P 등의 무기질 함량이 높게 나타난 Sunwoo 등⁽¹⁷⁾의 실험결과와도 같은 경향이었다.

비타민 A 및 C

녹용 상대와 중대의 비타민 A 및 C를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 비타민 A의 경우 상대에서 16.40 IU/100 g, 중대에서 12.32 IU/100 g로서 상대에서 높게 나타났다. 비타민 C는 상대와 중대 모두에서 검출되지 않았다.

색도

동결건조한 직후 녹용 상대와 중대 분말의 색도를 색차계

Table 5. Vitamin A and C contents of freeze-dried deer antler
(IU/100 g)

Vitamin	Upper part	Middle part
Vitamin A	16.40	12.32
Vitamin C	- ¹⁾	-

¹⁾Not detected.

Table 6. Hunter's L, a and b values of freeze-dried deer antler

Antler	L	a	b	ΔE
Upper part	45.09	8.18	5.55	27.11
Middle part	71.72	3.79	8.13	

로 측정된 결과는 Table 6과 같다. 상대의 명도는 45.09, 적색도 8.18, 황색도 5.55이었다. 반면 중대는 명도 71.72, 적색도 3.79, 황색도 8.13이었다. 상대에 녹혈이 상대적으로 많이 존재하기 때문에 적색도가 중대 보다 높은 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 육안으로도 상대가 중대보다 붉은 빛을 띠고 있음을 확인 할 수 있었다. 이는 색차계에 의한 명도, 적색도, 황색도의 차이와도 일치하는 경향을 보여주었다. 또한 상대와 중대의 전체적인 색차인 ΔE 값도 27.11로 전혀 다른 계통의 색으로 나타났다. 상대와 중대 모두 동결건조 직후에는 생녹용의 색을 그대로 유지하고 있었으나 투명한 플라스틱 시료백에 밀봉한 채로 상온에서 약 3주간 경과되는 동안에 붉고 선명한 녹혈의 색이 상당히 갈변되었다. 보관시 빛과 산소를 차단하는 것이 생녹용의 붉은 색을 보존 시키는데 매우 중요한 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 녹용 상대와 중대 부위의 식품학적 성분들을 분석하고, 비교하여 식품가공시 활용될 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다. 생녹용의 상대와 중대의 수분함량은 각각 51.7%, 63.6%이었다. 동결건조한 녹용 상대의 조단백질 66.91%, 조지방 3.52%, 조회분 22.70%, 탄수화물 6.87%이었다. 또한 중대의 조단백질 52.64%, 조지방 2.50%, 조회분 34.54%, 탄수화물 6.07%이었다. 상대에서 가장 많은 무기질은 P(2562.0 mg%)이었고, glycine(7597.9 mg%)과 glutamic acid(5769.4 mg%)가 가장 많이 함유된 아미노산이었다. 중대의 가장 많은 무기질은 P(2536.0 mg%)이었고, glycine(9612.0 mg%)과 proline(5906.3 mg%)이 가장 많이 함유된 아미노산이었다. 상대와 중대 모두에서 fructose, sucrose, glucose, maltose는 검출되지 않았다. 조지방중의 지방산조성은 상대와 중대 모두에서 palmitic acid가 30.83%, 32.23%로 가장 많이 함유되어 있었다. 비타민 A는 상대가 16.40 IU/100 g, 중대가 12.32 IU/100 g로 낮지만 비타민 C는 모두에서 검출되지

Table 4. Minerals content of freeze-dried deer antler

(mg%, dry basis)

Antler	Na	K	Ca	Mg	Mn	Se	P	Fe	Zn
Upper part	202.0	259.0	1960.0	73.6	0.037	- ¹⁾	2562.0	15.65	1.75
Middle part	117.6	134.5	1865.0	77.7	0.021	-	2536.0	0.84	1.44

¹⁾Not detected.

않았다. 상대와 중대 동결건조 분말의 적색도는 상대가 높았으며 명도와 황색도는 중대가 높았다.

문 헌

1. Hong, N.D., Won, D.H., Kim, N.J., Chang, S.Y., Youn, W.G. and Kim, H.S. Studies on the analysis of constituents of deer horn (I). Korean J. Pharmacogn. 22: 171-182 (1991)
2. Shin, K.H., Lim, S.S., Chung, H.S. and Baek, I.B. Analysis of the composition of biochemical components in unossified antlers. Korean J. Pharmacogn. 30: 314-319 (1999)
3. Bae, D.S. Study on the effects of velvet on growth of animals. Korean J. Anim. Sci. 17: 571-576 (1975).
4. Bae, D.S. Study on the effects of velvet on growth of animals. Korean J. Anim. Sci. 18: 342-348 (1976).
5. Kim, Y.E., Lee, S.K., Yoon, U.C. and Kim, J.S. Biochemical studies on antler (I). Korean Biochem. J. 8: 89-107 (1975)
6. Kim, Y.E., Lee, S.K. and Yoo, H.J. Biochemical studies on antler (II). Korean Biochem. J. 9: 153-164 (1976)
7. Kim, Y.E., Lee, S.K., Lee, M.H. and Shin, S.U. Biochemical studies on antler (III). Korean Biochem. J. 9: 215-236 (1976)
8. Kim, Y.E., Lee, S.K. and Lee, M.H. Biochemical studies on antler (IV). Korean Biochem. J. 10: 1-12 (1977)
9. Kim, Y.E., Lim, D.K. and Shin, S.U. Biochemical studies on antler (V). Korean Biochem. J. 9: 215-236 (1976)
10. Han, N.Y. and Jhon, G.J. Purification and analysis carbohydrate-containing component from Korea antler. Korean Biochem. J. 25: 444-451 (1992)
11. Han, N.Y. and Jhon, G.J. Purification and analysis gangliosides from deer antler. Korean Biochem. J. 27: 459-465 (1994)
12. Hong, N.D., Won, D.H., Kim, N.J., Chang, S.Y., Youn, W.G. and Kim, H.S. Studies on the analysis of constituents of deer horn (I). Korean J. Pharmacogn. 24: 38-46 (1993)
13. Ahn, B.H. Study on the nutritive value of velvet antler by major production districts. Korean J. Anim. Nutr. Feed 18: 173-178 (1994)
14. Kim, D.H., Han, S.B., Park, J.S. and Han, M.J. Fermentation of antler and its biological activity. Korean J. Pharmacogn. 25: 233-237 (1994)
15. Suttie, J.M., Gluckman, P.D., Butler, J.H., Fennessy, P.F., Corson, I.D. and Lass, F.J. Insulin-like growth factor 1(IGF-1) antler-stimulating hormone? Endocrinology 116: 846-848 (1985)
16. Suttie, J.M., Corson, I.D., Gluckman, P.D. and Fennessy, P.F. Insulin-like growth factor 1, growth and body composition in red deer stags. Anim. Prod. 563: 237-242 (1991)
17. Sunwoo, H.H., Nakano, T., Hudson, R.J. and Sim, J.S. Chemical composition of antler from wapiti (*Cervus elaphus*). J. Agric Food Chem. 43: 2846-2849 (1995)
18. Sunwoo, H.H., Nakano, T., Hudson, R.J. and Sim, J.S. Isolation, characterization and localization of glycosaminoglycans in growing antlers of wapiti (*Cervus elaphus*). Comp. Biochem. Physiol. 120: 273-283 (1998)
19. Li, C. and Suttie, J.M. Light microscopic studies of pedicle and early first antler development in red deer (*Cervus elaphus*). The Anatomical Record 239: 198-215 (1994)
20. Szuwart, T., Gath, U., Althoff, J. and Höhling, H.J. Biochemical and histological study of the ossification in the early developing pedicle of the fallow deer (*Dama dama*). Cell Tissue Res. 277: 123-129 (1994)
21. Li, C. and Suttie, J.M. Histological studies of pedicle skin formation and its transformation to antler velvet in red deer (*Cervus elaphus*). The Anatomical Record 260: 62-71 (2000)
22. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
23. Waters AccQ-Tag Amino acid Analysis System. Operator's Manual. Milford, USA (1993)
24. AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)

(2002년 8월 5일 접수; 2002년 9월 16일 채택)