

산·학·연 논문단

녹용의 화학적 성분과 생리활성

박표잠¹ · 전유진² · 문상호³ · 전병태^{3*}

¹건국대학교 생명공학과

²제주대학교 해양생물공학과

³건국대학교 한국녹용연구센터

Chemical Composition and Biological Activity of Velvet Antler

Pyo-Jam Park¹, You-Jin Jeon², Sang-Ho Moon³ and Byong-Tae Jeon^{3*}

¹Dept. of Biotechnology, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

²Faculty of Applied Marine Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

³Korean Nokyong Research Center, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

서론

녹용이란 사슴의 뿔이 딱딱하게 각질화되기 전에 잘라서 약으로 사용하는 것을 말하며 동양권에서는 예로부터 귀한 약재로 사용되어 왔다. 따라서, 국내에서 사슴사육의 목적은 주로 녹용생산을 위한 것이고 녹용의 약용으로서의 효능은 한방에서 오래전부터 기록되어 있다. 이러한, 녹용의 주성분은 지질, 단백질, 탄수화물, 무기질 및 미량원소 등으로 구성되어 있으며 이런 성분들에 기인하여 녹용이 다양한 생리활성이 발현하는 것으로 받아들여지고 있다. 한편, 녹용의 생리기능에 대한 연구는 국내의 한의학 분야에서 활발히 진행되어, 항피로효과, 면역활성 증가작용, 단백질 합성촉진작용, 내분비 기능 증진작용, 조혈작용, 면역활성 증가작용, 진통작용, 콜레스테롤 저하작용, 간기능개선작용, 성장촉진작용 및 당뇨병치료효과 등이 보고되고 있다(1-10). 따라서, 본고에서는 사슴의 품종 및 지역에 따른 녹용의 화학적 성분의 차이와 녹용의 생리활성에 대해서 소개하고자 한다.

녹용을 생산하는 사슴

동물분류학상 사슴은 우제목(쌍발굽, 소목) 반추류(소아목)에 속하고 체중 9 kg의 southern Pudu(Pudu puda) 사슴에서 550 kg에 달하는 moose에 이르기까지 13속 47종 150~200여 아종이 전 세계에 분포되어 있다. 사슴의 품종별 분류는 크게 동물분류학상의 분류법과 사슴의 뿔에 의한 분류법으로 나눈다.

동물분류학상의 분류

사슴과(Cervidae)를 사향아과(Moschinae), 짚는사슴아

과(Muntiacinae), 진사슴아과(Cervinae) 및 흰꼬리사슴아과(Odocoileinae) 등 4개의 아과로 분류한다.

사슴의 뿔에 의한 분류

사슴의 뿔에 의한 분류는 돼지사슴(Axis porcinus, Hog deer), 꽃사슴(Cervus, Sika deer), 펠로우사슴(Dama dama, Fallow deer), 흰입사슴(Cervus albirostris, White-lipped deer), 붉은사슴(Cervus dlaplus, Red deer), 대륙(Cervus Canadensis, Elk, Wapiti), 바라싱가사슴(Cervus cuvauceli, Barasingha) 및 사불상사슴(Elaphurus davidianus, Pere david's deer) 등의 진사슴아과와 팜파스사슴(Ozotocerus bezoarticus, Parnas deer), 로사슴(Capreolus capreolus, Roe deer), 스위프사슴(Blastocerus dichotomus, Swamp deer), 노새사슴(Odocoileus hemionus, Mule deer), 흰꼬리사슴(Odocoileus virginianus, White-tailed deer), 무스(Alces alces, Moose deer) 및 마시사슴(Blastocerus dichotomus, Marsh deer) 등의 흰꼬리사슴아과로 분류된다.

일반적으로 사향사슴아과의 사슴은 뿔이 없고, 짚는 사슴아과의 사슴은 약 3 cm 정도의 단순한 뿔로서 사슴뿔에 의한 분류에서는 제외되며, 녹용생산에 주로 이용되고 있는 품종은 진사슴아과 붉은사슴속(Cervus)에 속하는 꽃사슴, 레드디어, 엘크 등이며, 이외에도 사불상사슴(Pere David's deer), 마룩(Maral)의 녹용도 유통되고 있다. Table 1의 주요 국가별 녹용의 생산방식에서도 알 수 있듯이 중국에서는 녹용생산을 위한 주된 사료로 옥수수대, 옥수수 사이리지가 주사료이며, 여기에 에너지를 보충하기 위한 곡류가 사용되고 있다. 뉴질랜드, 호주, 미국 및 캐나다

*Corresponding author. E-mail: jbt@kku.ac.kr
Phone: 043-840-3523, Fax: 043-851-0932

Table 1. Comparison of antler production method in various countries

	사슴품종 (학명)	생산방식	주요사료
한 국	꽃사슴 (<i>Cervus nippon</i>) 레드디어 (<i>Cervus elaphus</i>) 엘크(와피티) (<i>Cervus canadensis</i>)	울타리내 집약적 사냥방식 방목	산야초, 잡관목 농산부산물 약용식물 배합사료
중 국	매화록 (<i>Cervus nippon manchuricus</i>) 마록 (<i>Cervus elaphus maral</i>)	울타리내 집약적 사냥방식	산야초, 농가부산물 옥수수 Silage 콩
뉴질랜드	레드디어 (<i>Cervus elaphus</i>) 엘크(와피티) (<i>Cervus canadensis</i>)	방목	레드클로바 페레니얼라이그라스 켄터키블루그라스 목건초, 보리류
호 주	레드디어 (<i>Cervus elaphus</i>)	방목	방목형 목초 보리류
미 국	엘크(와피티) (<i>Cervus canadensis</i>)	방목	방목형 목초, 곡류
캐나다	엘크(와피티) (<i>Cervus canadensis</i>) 레드디어 (<i>Cervus elaphus</i>)	방목	방목형 목초, 연맥

에서는 방목을 통한 목건초 및 보리류 등이 주사료로 사용되고 있으며, 이에 반해 한국에서는 외국의 단순초지나 사료자원을 이용해 생산한 녹용과의 차별화를 위해 배합사료뿐만 아니라 농가부산물 및 약용식물을 이용하고 있다.

사슴 품종간 또는 산지별 녹용성분의 비교

산지별 녹용성분의 비교에 있어서, 홍 등(11)은 우리나라에 수입된 녹용에 대해 생산지와 품종별 Trace elements와 Ganglioside 및 유리아미노산을 비교한 결과 산지별 약간의 차이가 있었음을 보고하였고, 안(12)은 국내산 꽃사슴과 수입녹용 중 중국산 매화록과 뉴질랜드산 레드디어를 이용하여 몇가지 성분을 조사한 결과, 아미노산 조성에 있어서 매화록은 꽃사슴이나 레드디어보다 약간 우수하였다고 보고하였으며, Ca, P, Mg, Fe 및 Zn은 국내산 꽃사슴이 매화록이나 레드디어보다 높았고, Mn, Co 및 Cu는 차이가 없었다고 보고하였다. 현재까지 발표된 관련 자료를 정리하면 다음 Table 2~8과 같다. 한편 Wong (13)은 3품종(maral, siberian deer, chinese spotted deer)의 화학성분을 분석한 결과 거의 차이가 없다는 결과를 제시하고 있다(Table 9).

그러나, 이와 같은 결과만으로 사슴의 품종간 산지별 차이를 논하는 것은 무리라 생각한다. 왜냐하면 저자들도

Table 2. Proximate composition of antlers in various deers*

Item	Korean spotted deer	Elk	Elk	Elk
Crude protein	62.14	61.30	39.84	59.245
Ether extracts	3.64	3.10	4.08	5.7825
Crude ash	30.62	32.10	25.12	-

*Domestic deer antler.

Table 3. Mineral contents of antlers in various deers

Item	Elk	Elk	Red deer	Sika deer
Calcium (%)	9.93	10.24	10.27	-
Phosphorus (%)	4.59	5.62	5.22	-
Potassium (%)	0.54	-	-	-
Magnesium (%)	0.27	0.25	0.25	-
Fe (ppm)	-	356.00	370	61.15
Mn (ppm)	-	4.00	5	1.87
Zn (ppm)	-	65.00	72	98.75
Cu (ppm)	-	극미량	극미량	2.84
Pb (ppm)	-	0.11	0.11	8.13
Cr (ppm)	-	0.79	0.73	2.43

Table 4. Lipid contents of antlers in various deers

Item (% w/w)	Sika deer	Elk
Total lipid	20.75	7.22
Neutral lipid	3.81	2.12
Glycerophospholipid	3.99	0.88
Lecithin	3.28	0.77
Cephalin	0.71	0.11
Glycolipid	0.58	0.47
Sphingo phospholipid	4.79	3.61
Connective lipid	7.58	0.14

지적했듯이 산지별 실험재료 선택에 있어서 사육기간, 채취시의 성장정도, 사육조건 등에 대한 충분한 고려가 필요했음을 인정하지 않을 수 없다. 특히 녹용은 성장기간에 따라 성분에 커다란 영향을 미치는데(14,15), 실험에 사용한 녹용들의 성장기간 등이 전혀 기술되어 있지 않기 때문이다.

사슴의 품종간 또는 같은 품종에 있어서도 생산지별로 녹용성분에 관한 것은 오랜 기간 커다란 논란의 대상이 되고 있으나, 아직 그것을 판정해 줄 만한 연구는 충분치

Table 5. Amino acids contents of antlers in various deers*

Item	Korean spotted deer	Sika deer	Elk	Elk	Red deer	Formosan deer	Range
Aspartic acid	5.61	3.85	4.28	5.60	3.96	4.87	3.85~5.61
Threonine	2.58	1.85	1.90	2.23	1.88	2.31	1.85~2.58
Serine	2.51	2.13	2.15	2.57	2.25	2.60	2.13~2.60
Glutamic acid	7.71	5.74	6.67	7.07	5.81	6.96	5.74~7.71
Glycine	9.49	6.15	9.04	12.03	6.13	6.69	6.13~12.03
Alanine	5.28	4.05	4.51	4.94	3.89	4.61	3.89~5.28
Valine	3.37	1.66	2.43	2.54	1.63	2.46	1.63~3.37
Isoleucine	1.38	1.06	1.10	1.08	1.13	1.25	1.06~1.38
Leucine	4.78	2.60	3.41	4.26	2.92	3.71	2.60~4.78
Tyrosine	1.49	0.92	1.06	1.15	0.87	1.47	0.87~1.49
Phenylalanine	2.65	1.61	1.89	2.24	2.13	2.50	1.61~2.65
Lysine	4.09	2.56	3.22	3.99	2.28	3.52	2.28~4.09
Histidine	1.93	1.64	1.24	1.93	1.75	2.11	1.24~2.11
Arginine	4.78	3.61	4.25	3.71	3.76	4.21	3.61~4.78
Proline	-	5.31	-	5.29	5.16	5.54	5.16~5.54
Methionine	-	0.60	-	0.58	0.45	0.67	0.45~0.67
Cystine	-	0.00	-	0.59	0.31	0.12	0.00~0.59
Tryptophan	-	-	-	0.33	-	-	0.33
Total	56.15	45.34	48.14	62.13	46.31	55.60	45.34~62.13

*Domestic deer antler.

Table 6. Mineral contents of antlers produced in various countries

Item	Korea	Korea	Canada	New Zealand
Calcium (%)	9.93	10.24	8.0025	10.27
Phosphorus (%)	4.59	5.62	4.4425	5.22
Potassium (%)	0.54	-	-	-
Magnesium (%)	0.27	0.25	0.15	0.25
Fe (ppm)	-	356.00	-	370
Mn (ppm)	-	4.00	-	5
Zn (ppm)	-	65.00	-	72
Cu (ppm)	-	극미량	-	극미량
Pb (ppm)	-	0.11	-	0.11
Cr (ppm)	-	0.79	-	0.73

못하다.

흔히 약재시장 또는 한의학적 측면에서 양질의 녹용을 평가할 때는 추운지방에서 생산되어 조직이 치밀하고 색깔이 고우며, 털길이가 적당하게 잘 밀생되어 있고, 건조상태가 좋아 냄새가 좋은 것이라고 한다. 이와 같은 근거로 우리나라에서는 속칭 원용(러시아산) 또는 깔깔이(중국산매화록)가 최상품으로 취급되고 있다. 국산이 최상품이라는 논쟁은 지금껏 결론이 나지 않고 있다. 일반적으로 국산녹용은 사계절이 뚜렷한 환경과 국내산 산야초를 급여하여 생산한 것이기 때문에 한국인에게 적합하다라는 신토불이설을 가세시키고 있지만, 그 어떤 논리도 과학적 근거가 뒷받침되고 있지 않아 설득력을 잃고 있다. 한편 레드디어나 엘크는 성분상의 차이가 없다고 일반적으로 설명하고 있으나 이것도 과학적 근거가 약하다. 앞으로

이에 관련된 연구는 필연적으로 수행하여야 할 중요과제이나, 실험에 앞서 녹용의 성분 중 무엇을 비교할 것인가와 녹용 샘플의 조건설정이 충분히 고려되어야 할 것이며, 현재 많이 실시하고 있는 이화학적 방법뿐 아니라 약리 효능실험 즉 생물학적 실험도 함께 진행되어야 할 것으로 판단된다.

늘 논란의 대상이 되고 있는 녹용의 약효에 대한 논쟁 중 한가지를 연구과제로 더 추가한다면, 연령에 따른 약효의 차이에 대한 것이다. 일년생의 녹용(spike) 또는 어린 사슴의 녹용이 좋다는 설과 그 반대라는 극단적인 설이 혼재하는데, 이는 나이가 많은 사슴이 어린 사슴보다 각질화가 빨리 된다는 설에 근거를 두고 있으나, 이를 뒷받침해줄 자료는 역시 없다.

녹용의 품질평가 방법

녹용의 품질을 평가할 만한 과학적인 지표는 아직 확립되어 있지 않다. 대부분의 나라들이 외관에 의한 관능적 판정에 의존하고 있는데, 우리나라는 외관과 회분함량, 성장기간을 주 항목으로 평가를 하며(Table 10), 현재 전세계 녹용의 50% 이상을 차지하고 있는 뉴질랜드 및 신생녹용생산국인 미국과 캐나다의 경우도 녹용의 품질을 외관 형태에 의한다(NAEBA, NZGIB). 녹용의 품질은 사슴의 품종, 영양상태, 연령 및 녹용의 절각시기에 크게 영향을 받는다(16). 이들 요인 중 녹용의 수확시기가 양질의 녹용을 생산하는데 가장 중요한 요소로 알려져 있다. 녹용의 수확시기는 나라마다 품종간, 연령에 따라 차이가 있어

Table 7. Ganglioside contents of antlers produced in various countries

Samples		Contents of ganglioside (µg/g)		
		Rf 0.39	Rf 0.42	Total
New Zealand deer horn	Upper part	1174	900	2074
	Middle part	374	344	718
	Lower part	727	376	1103
China deer horn (red deer)	Upper part	233	190	423
	Lower part	68	99	167
China deer horn (japanese deer)	Upper part	1637	1225	2862
	Lower part	411	348	759
Soviet deer horn	Upper part	740	979	1719
	Middle part	294	364	658
	Lower part	95	246	341
Alaska deer horn	Upper part	611	435	1046
Cervi Cornu		N	N	N
Min		N	N	N
Max		1637	1225	2862
Mean		530	459	989

N: Not detected.

Table 8. Amino acids contents of antlers produced in various countries

Item	Korea	Korea	Canada	New Zealand	Range
Aspartic acid	4.28	5.60	6.91	4.89	4.28~6.91
Threonine	1.90	2.23	3.22	1.86	1.86~3.22
Serine	2.15	2.57	3.3925	2.08	2.08~3.39
Glutamic acid	6.67	7.07	10.445	6	6.00~10.45
Glycine	9.04	12.03	11.745	10.72	9.04~12.03
Alanine	4.51	4.94	7.275	4.17	4.17~7.28
Valine	2.43	2.54	4.175	2.13	2.13~4.18
Isoleucine	1.10	1.08	1.8975	0.84	0.84~1.90
Leucine	3.41	4.26	6.105	3.45	3.41~6.11
Tyrosine	1.06	1.15	1.8125	0.94	0.94~1.81
Phenylalanine	1.89	2.24	3.4025	1.85	1.85~3.40
Lysine	3.22	3.99	3.9875	2.83	2.83~3.99
Histidine	1.24	1.93	2.0975	1.58	1.24~2.10
Arginine	4.25	3.71	5.9725	3.2	3.20~5.97
Proline	-	5.29	-	4.9	4.90~5.29
Methionine	-	0.58	-	0.47	0.47~0.58
Cystine	-	0.59	-	0.28	0.28~0.59
Tryptophan	-	0.33	-	0.27	0.27~0.33
Total	48.14	62.13	72.4375	52.46	48.14~72.44

Table 9. Composition of Antlers produced in various deers

Composition	Deer		
	Maral	Siberian	Chinese spotted
Moisture	11.63	11.61	11.92
Solid (%)	88.37	88.39	88.08
Ash	35.57	30.54	34.05
Organic substance	52.8	57.85	54.05
Fat (%)	3.16	3.06	3.74
Nitrogen (%)	9.68	10.96	9.81
Ash content (%)	-	-	-
Calcium	35.55	33	34.65
Inorganic phosphate	45	41.5	43.5

낙각후 40일~100일 정도에 수확을 한다. 그러나 이 지표는 오랜 기간 관행적인 방법에 의했던 것으로 과학적인 근거에 바탕을 둔 것은 아니다.

따라서 우선 사슴의 품종별, 연령별 과학적인 절각시기의 지표를 마련하여 보급하는 일은 녹용생산업자는 물론 녹용의 연구자에게 있어서도 매우 시급한 과제라고 생각한다. 이어서 품종별, 연령별 표준품질규정 또는 등급규정을 만들어 보급한다면 녹용연구에 많은 발전이 있을 것이며 수출입 녹용의 평가에 있어서도 매우 유용하게 사용될 것임은 말할 것도 없을 것이다.

표 10. 한국의 우수녹용(현품 및 조사자료) 심사기준

구 분	생산량 및 품질기준				심사 및 채점방법	
	적 용	꽃사슴	엘크사슴	접수	심사사항	채 점
생산량	생녹용	1.5 kg이상	15 kg이상	30	기준생산량 초과시(꽃사슴 100 g, 엘크 500 g)마다	기본점수에 1점씩 가산
품 질	성장일수	55일	80일	-	참고사항	-
	절취부위회분	40%	40%	30	기준 1% 초과마다	1점씩 감점
					기준 1% 미달마다	1점씩 가산
	상대비율	50%	50%	20	기준 3% 초과마다	1점씩 가산
기준 3% 미달마다					1점씩 감점	
성 상 (외관)	녹용길이	45 cm	100 cm	-	참고사항	
	각관분지	7 cm	15 cm	10	초과 1 cm마다	감점 1점씩
	분지수	2개	3개	10	초과 1개당	감점 5점씩
	좌우대칭	가지수, 상대모양이 균형을 이룰 것		10	현품심사	심사위원평점
	전체외관	부위별로 고루 발달하고 상대가 둥글고 탐스러운 것		10	현품심사	"

기준생산량 미달 사슴과 회분을 기준 8% 이상 초과 사슴은 심사제외(한국양록협회, 2002).

녹용의 품질을 평가하는 지표로서, 홍 등(17)은 Ca과 Fe의 비를 제안하였고, 김과 류(18)도 미네랄을 이용한 방안 즉 Ca, P, Cu, Fe의 함량 및 Ca/ash(%), Ca/P, Ca/Fe 등의 성분비를 제시하였다. 또한 홍 등(19)은 Ca 함량과 ganglioside 함량과를 비교 분석한 결과 역의 상관관계를 나타내어, Ca의 함량이 높은 시료일수록 ganglioside 총 함량이 낮아짐을 알 수 있었고 Ca 함량이 낮은 것일수록 등급이 양호하며 ganglioside 총 함량은 증가함이 인정되었다고 하였다. 일반적으로 품질이 양호한 녹용일수록 수용성 추출물, 알콜추출물 및 에테르추출물의 함량은 높고 회분의 함량은 적은 것으로 알려져 있다.

따라서 Ca과 ganglioside함량과의 상관관계를 비교 분석함으로써 녹용의 품질 또는 녹용의 상, 중, 하대 등을 구분하는 데에 이용할 수 있을 것이라는 점을 시사하였다. 한편 Sunwoo와 Sim(20)은 Glycosaminoglycan도 지표물질의 가능성을 시사하였고, 유리아미노산 중 lysine, glutamic acid, proline, alanine 등도 검토 대상이 될 수 있을 것이라 하였다.

앞으로 현재의 판정기준인 외관에 의한 기준과 현재 가능성을 시사한 여러 물질과의 상관관계를 검토함과 동시에 더욱 발전된 새로운 방법의 연구가 수행되기를 희망한다.

녹용의 생리활성

녹용의 생리활성에 대한 연구는 구 소련의 약리학자인 Pavlenko(21)에 의해 30여년간 spotty deersk maral의 녹용 추출물에 대한 기초 실험과 임상 실험을 통하여 다양한 약리활성이 있음을 확인되었고 그 작용 물질을 추적한 결과 녹용의 주요 약물활성 성분군으로서 alcohol/수용성 추

출물인 pantocrin이라는 지질이 풍부한 농축물 제조에 성공하였으며 그 작용은 위 장관 기능 증진작용에 의해 소화기계의 분비소화기능 증진작용, 단백질 및 탄수화물 대사를 촉진하는 작용에 의한 대사 성질환이나 갱년기의 endo-neurotic disorder 등의 치료효과, 말초신경계의 기능 향상과 정상화 작용이 있어서 신경 섬유활성화, 감각신경, 감염 후 심한 신경계탈진치유효과와 부교감 신경계기능 증진에 의한 관상동맥기능증진효과, 손상된 생체조직의 재생 촉진효과에 의한 창상 및 괴양치유효과 등이 있음을 보고하였다. 따라서, 본고에서는 녹용의 다양한 생리기능성 중에서 뇌기능증진 효과, 항산화 효과, 면역기능증진 효과, 혈소판응집억제 효과, 골다공증치료 효과 및 항고혈압 효과를 중심으로 살펴보고자 한다.

뇌기능증진 효과

Qi 등(22)은 녹용이 한방에서 수명연장효과가 있다는 임상실험 결과에 착안하여 그 녹용의 중추신경계에 미치는 효과를 구명하기 위한 목적의 일환으로 중국산 매화목의 에탄올추출물(EEPA)을 rat의 대뇌피질의 noradrenaline(NA)의 흡수와 분비에 미치는 효과를 검토한 결과, 뇌의 신경 말단에서의 NA흡수를 유의성있게 억제하고 용량 의존적으로 분비를 촉진함으로써 중추 NA신경계의 신경절에서 유리형 NA를 증가시켜 뇌의 noradrenergic 기능을 촉진할 가능성이 있음을 보고하였다(Table 11, 12).

항산화 효과

Wang 등(23)은 노화의 지표가 되는 지질과산화에 미치는 매화목의 변종인 C. Nippon Termnick var. mantchuricus의 효과를 in vitro 및 in vitro에서 검토한 결과

Table 11. Effect of EEPA on L-[³H]NA uptake into brain slice (mg/mL)

Concentration of EEPA	[³ H]NA uptake	
	Pmol mg protein	% of control
Control	16.8 (0.48(6))	-
0.1	12.6 (0.26*(6))	75.0
0.5	8.0 (0.86**(5))	47.6
1.0	5.6 (0.26**(6))	33.3

Each value represents the mean (SEM). The number of experiments is shown in parentheses. Significance, *p<0.01, **p<0.001 vs. control.

*in vitro*에서 마우스의 간 microsomal 획분에서 녹용 에탄올 추출물이 NADPH 생성계의 존재하에서 chloroform첨가에 의해 유발되는 malonedialdehyde(MDA)의 합성을 억제하였고(Table 13), 마우스에 녹용 추출물을 7일간 경구 투여하였을 때 MDA 생성이 유의적으로 감소하였다(Table 14)고 보고하였다. 이는 산소 라디칼의 증가로 유발되는 간장의 과산화적 장애가 녹용의 처리로 인해 보호되는 것으로 판단된다.

면역기능증강 효과

녹용의 면역증강효과에 대한 연구는 Shin 등(24)과 Wagner 등(25)에 의해서 보고되었는데, Shin 등(24)은 뉴질랜드산 레드디어의 녹용을 실험대상으로 하여 물 및 에탄올 추출물이 면역기능촉진효과가 있다고 보고하였으며, Wagner 등(25)은 clearance test법에 의하여 면역기능에 미치는 녹용추출물의 효과를 검토한 결과, 녹용의 물 및 에탄올 추출물을 마우스에 4일간 경구투여한 후 carbon particle를 정맥주사하여 대식세포의 식균작용이 10 mg/kg/day 투여시 대조군에 비하여 유의성있는 식균작용증강 효과를 나타내어 에탄올 추출물 투여군의 식균계수비(실험군/대조군)가 1.58로서 대조약물로 사용한 phagocytosis 증강물질로 알려진 zymosan 50 mg/kg 복강내 투여시와 거의 동일한 효과를 나타내었다(Table 15)고 보고하였으며, 면역기능 증진활성을 나타내는 획분을 알아보

Table 12. Effect of EEPA on L-[³H]NA release from cerebral cortical slices of rats

Perfused drug	L-[³ H]NA release (% of total uptake)	Enhanced release (% of total uptake)
0	10.88±1.14	-
EEPA	0.1 mg/mL	12.75±0.54
	0.5 mg/mL	15.49±0.59*
	1.0 mg/mL	19.49±1.07**
	20 mM KCl	28.96±1.72**
20 mM KCl + EEPA 1.0 mg/mL	33.78±1.58**	18.08±3.45
		22.90±3.16

The experiment was carried out by the superfusion method.

Each drug was perfused for 10 min. Each value represents the mean ± SEM. The number of experiments is shown in parentheses. Significance: *p<0.05, **p<0.01 vs. spontaneous release.

Table 13. Effect of ethanol extract from Antler on the chloroform-induced MDA formation in mouse liver microsome *in vitro*

Additions to microsome preparation	MDA by TBA assay ¹⁾ (µg/mg/protein)
No addition	2.55 ²⁾
Extract (100 µg/mL)	3.30
Extract (200 µg/mL)	3.39
NADPH-generation system ³⁾	3.10
Chloroform (20 µL)	5.03
NADPH+chloroform	22.10
NADPH+chloroform+extract (100 µg/mL)	4.10
NADPH+chloroform+extract (200 µg/mL)	3.93

¹⁾In the experiment, TBA assay was used because NADPH-generating reagents disturbed the HPLC identification of MDA.

²⁾Values are the means of duplicate tubes.

³⁾NADPH-generation system contained 56 mM glucose-6-phosphate, 3 mM NADP and 0.5 unit glucose-6-phosphate-dehydrogenase (Sigma).

Table 14. Changes in the chloroform-induced MDA formation in the liver and plasma of ddY mice by a preceding 7 day-administration with ethanol extract from Antler

Dose (mg/kg/d, p.o.) ²⁾	Free MDA ¹⁾ (nmol/100 mg weight)	
	Liver	Plasma
Control	17.8±1.0	21.4±1.5
Chloroform	24.5±6.19**	41.9±1.6***
Extract 200+chloroform	17.1±0.8 [#]	33.4±3.8**
Extract 300+chloroform	13.8±0.9* ^{##}	27.8±2.2* ^{##}

¹⁾Values are mean ± SEM of 4 determinations.

²⁾A mixture of chloroform and mineral oil (1:1) was administered orally at a dose of 0.05 mL/20 g body weight at 2 hr prior to decapitation.

* (5%), ** (1%), *** (0.1%), vs. control. [#] (5%), ^{##} (1%), vs. chloroform alone.

기 위해서 녹용 에탄올 추출물을 체계적으로 분획하고 물

Table 15. Effect of velvet Antler extracts on carbon clearance in mice

Treatment	Dose (mg/kg/d, p.o.)	Regression coefficient (RC)	RCtr/RCc	Index
Ethanol extract				
Control		0.0216±0.0017 ¹⁾		
Antler	5	0.0256±0.0023	1.18 ²⁾	1
	10	0.0342±0.0028	1.58	2
Zymosan	50 (i.p.)	0.0350±0.0030	1.62	2
Water extract				
Control		0.0208±0.0013	-	
Antler	10	0.0256±0.0010	1.23	1
Zymosan	50 (i.p.)	0.0304±0.0016	1.46	2

¹⁾Values are mean±SE of five mice.

²⁾Assessment of immunostimulating potency: RCtr/RCc=<1, Not active; <1.5, Active; >1.5, Very active.

추출물은 고분자 획분과 저분자 획분으로 분획한 후 phagocytosis에 미치는 효과를 측정할 결과 수용성 획분에서 강한 면역기능 증강효과를 나타내는 것으로 보고하였다 (Table 16).

혈소판응집억제 효과(26)

혈소판 응집은 혈전성 질환의 매우 중요한 한 요인으로 여러가지 내인성 물질들에 의하여 쉽게 응고되며 응고를 더 진전시키는 여러가지 물질이 분비됨으로서 혈소판은 혈전형성이 시작되며 thromboembolism을 유발하여 허혈성질환으로 진전된다. 더구나 혈소판으로부터 분비되는 물질들은 많은 다른 생리작용을 매개하며 동맥경화나 다른 병리증상과 연관성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 녹용추출물들의 혈소판응집에 미치는 효과는 Table 17에 나타낸 바와 같이 녹용의 에탄올 및 물 추출물 모두 1 mg/mL 농도에서 콜라겐으로 유도된 혈소판 응집을 약하게 억제하는 것으로 나타났다. 콜라겐과 epinephrine 혼합물을 흰쥐에 정맥주사 하였을 때 혈소판 응집이 유발되며 혈전이 형성되어 여러 기관들의 혈관에 폐색이 일어나게

Table 17. Platelet anti-aggregating effects of extracts of velvet Antler

Sample	Concentration (mg/mL)	Inhibition (%)
EtOH ext.	1	84±7
	0.6	58±12
	0.5	46±8
H ₂ O ext.	1	40±4

Platelet aggregation was induced with collagen (6×10^6 g/mL).

되는데(27), 특히 혈전형성과 혈관 수축에 의하여 폐 혈관의 massive occlusion이 일어나면 호흡 마비를 일으켜 사망에 이르게 된다. 녹용 추출물을 마우스에 200~500 mg/kg 경구 투여하였을 때 약 23~29% 정도 항트롬빈 활성을 나타내어 *in vivo*상에서도 녹용 추출물이 항혈전효과가 있는 것으로 판명되었다(Table 18).

골다공증치료 효과

골다공증(osteoporosis)이란 뼈의 화학적인 구조에는 변화가 없이 골질량의 전반적인 감소를 일으키는 질환으

Table 16. Effect of various fractions of velvet Antler on carbon clearance in mice

Treatments	Dose (mg/kg, i.p.) ¹⁾	Regression coefficient (RC) of carbon clearance	RCtr/RCc	Index
Ethanol extract				
Control	-	0.0222±0.0017 ²⁾		
Hexane fr.	21.50	0.0283±0.0016*	1.276	1
Met. chl. fr.	0.30	0.0186±0.0033	0.841	0
EtOAc fr.	1.06	0.0222±0.0016	0.995	0
n-Butanol fr.	7.60	0.0203±0.0044	0.916	0
H ₂ O fr.	15.30	0.0333±0.0025**	1.503	2
Zymosan	50	0.0413±0.0042**	1.864	2
H ₂ O extract				
Control	-	0.0218±0.0024		
EtOH soluble fr.	3.96	0.0501±0.0072**	2.293	2
EtOH insoluble fr.	46.0	0.0460±0.0065**	2.105	2

¹⁾Dry weight equivalent of 50 mg/kg of total extract.

²⁾Values are the means±SEM. Assessment of immuno-stimulating potency: RCtr/RCc=<1, Not active; <1.5, Active; >1.5, Very active; >2.0, Highly active. Significantly different from the control: *p<0.05; **p<0.01.

Table 18. Anti-thrombotic effects of extracts of velvet Antlers

Sample (mg/kg)	Total no. of mice tested	Recovered within 6 min No.	Recovered*		Killed	
			within 15 min No.	%	within 5 min No.	%
Control (H ₂ O)	27	2	4	15	20	74
H ₂ O ext. 200	28	2	8	29	14	50
500	30	2	7	23	18	60
Aspirin 50	28	5	10	36	15	54
Control (PVP)	29	0	3	10	21	72
ExOH ext. 200	52	2	17	33	28	54
500	48	6	18	38	25	52
Aspirin 50	26	1	11	42	11	42

*The number of mice recovered within 15 min included the number of mice recovered within 6 min.

로 폐경기 이후 여성과 노년층에서 많이 생긴다. 이러한 골다공증을 예방하기 위해서는 성인기에 도달하는 최대 골질량을 높게 유지할 필요가 강조되고 있으며, 이를 위한 가장 중요한 요인으로서 충분한 양의 칼슘섭취를 들고 있다. 녹용의 풍부한 칼슘공급원으로 알려져 있으며, 이는

앞서 살펴본 녹용의 미네랄 성분 분석에서도 알 수 있다. Kwak 등(28)은 녹용에서 파골세포분화를 억제하는 물질인 SCOH(lysophosphatidylcholine 유도체)를 분리하였다. 이 물질은 광학이성질체이며 S-form이 파골세포 분화를 효과적으로 억제하였다고 보고하였다(Fig. 1).

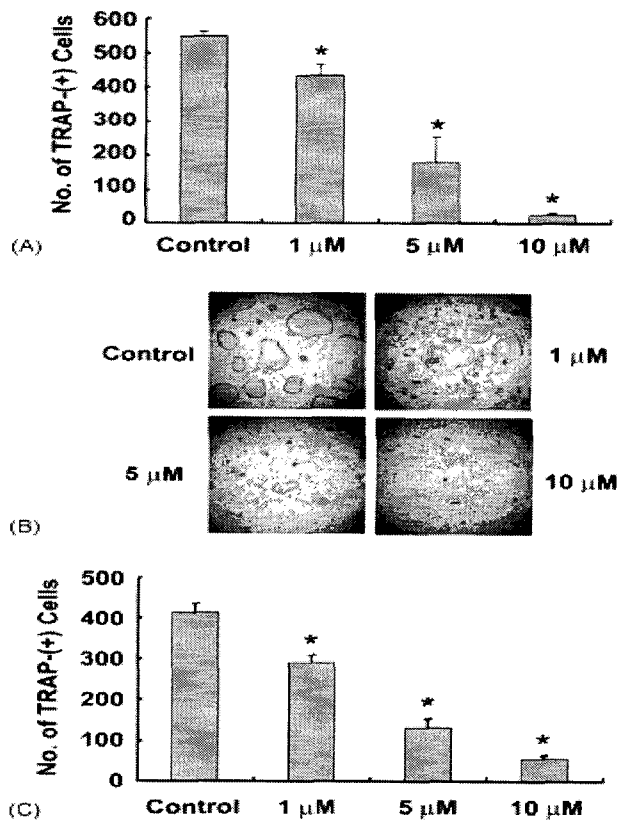


Fig. 1. Effects of SCOH on osteoclast differentiation. Mouse bone marrow cells and calvarial osteoblasts were cultured in 48-well plates in the presence of 10^{-8} M VtD₃ and 10^{-6} M PGE₂ for 5 days.

The indicated concentration of SCOH was added in the culture. TRAP-positive multinuclear cells containing 5 or more nuclei were counted as osteoclasts (A). Bone marrow-derived macrophages were cultured in 48-well plates in the presence of 30 ng/mL M-CSF and 50 ng/mL RANKL for 5 days in the presence of indicated concentrations of SCOH. Cells were fixed and stained for TRAP (B and C). TRAP-positive multinuclear cells were counted (C). Data from one experiment are presented as mean \pm SD of triplicate samples and similar results were obtained in two other experiments. * $p < 0.01$, significant differences from the control (28).

항고혈압 효과

고혈압의 발병과 혈압의 유지에는 많은 인자가 관여하므로 지금까지의 수많은 연구에도 불구하고 아직 그 기전이 완전하게 밝혀지지 않고 있다. 그러나, 인체에서 혈압을 조절하는 기구인 rennin-angiotensin계와 kallikrein-kinin계의 항상성이 유지되지 않을 때 혈압조절에 문제가 생겨 나타나는 병으로 알려져 있으며(29), 이는 주로 rennin-angiotensin계에 의한 생화학적 기전으로 설명되고 있다. 안지오텐신(angiotensin I converting enzyme; ACE)은 안지오텐신 I의 C-말단 dipeptide(His-Leu)를 절단하여 활성형인 안지오텐신 II로 전환시킴으로써 혈압을 상승시키는 작용을 수행하는 동시에 생체내에서 혈압강하 작용을 갖는 bradykinin을 분해하는 작용을 한다. 또한, ACE에 의하여 생성된 안지오텐신 II는 혈압을 높이는 작용에 동반하여, 지방산의 산화를 촉진시키거나 과산화기를 증가시킴으로써 동맥경화의 위험율도 높이는 것으로 알려져 있다. 녹용으로부터 항고혈압에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, Karawita 등(30)의 연구가 유일하

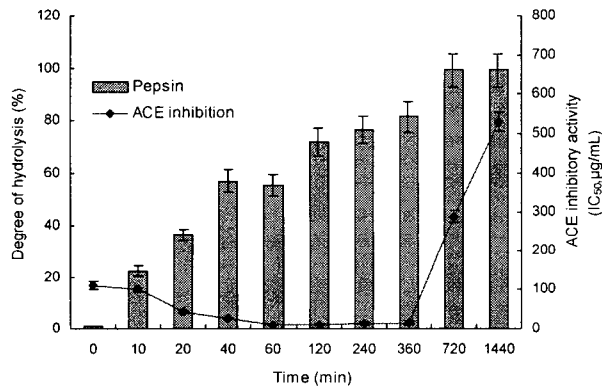


Fig. 2. Degrees of enzymatic hydrolysis of lyophilized antler at 37°C and pH 2.0 with pepsin, and ACE inhibitory activities of the hydrolysates. Mean ± SD, n=3.

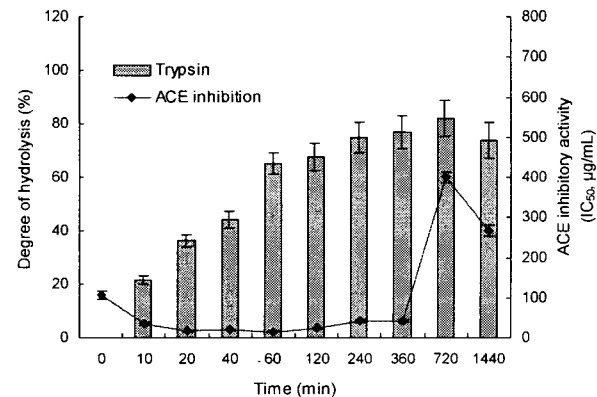


Fig. 3. Degrees of enzymatic hydrolysis of lyophilized antler at 25°C and pH 7.6 with trypsin and ACE inhibitory activities of the hydrolysates. Mean ± SD, n=3.

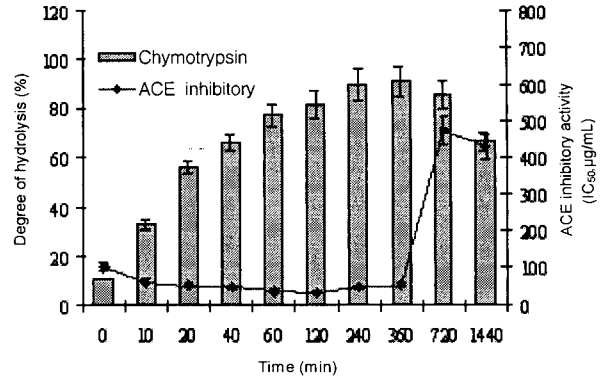


Fig. 4. Degrees of enzymatic hydrolysis activity of lyophilized antler at 25°C and pH 7.8 with chymotrypsin and ACE inhibitory activities of the hydrolysates. Mean ± SD, n=3.

다. Karawita 등(30)은 녹용을 섭취하였을 때 위장관에서 분비되는 pepsin, trypsin 및 α-chymotrypsin 등의 효소를 이용하여 인위적으로 녹용을 가수분해시킨 후 그 가수분해물의 항고혈압활성을 ACE저해활성으로 측정하였다. 그 결과, pepsin 가수분해물(Fig. 2), trypsin 가수분해물(Fig. 3) 및 α-chymotrypsin 가수분해물(Fig. 4) 모두에서 ACE저해활성을 나타내었으며, 그 중에서 pepsin가수분해물이 가장 높은 항고혈압활성을 나타내었다고 보고하였다. 이상에서 살펴본 바와 같이 녹용에 대한 항고혈압에 대한 연구의 아주 미흡한 실정이며, Karawita 등(30)의 연구에서도 항고혈압활성을 나타내는 물질을 분리정제하여 그 구조를 구명함과 동시에 *in vivo*에서의 효능 또한 검토해야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2004년 건국대학교 특별기금 연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

참고 문헌

- 고병희, 소경순, 김성수, 김달래, 김광호, 송일병. 1990. 4종 녹각의 면역학적 효능에 관한 실험적 연구. 경희대학교 논문집 19: 393-411.
- 김경빈, 이상인. 1985. 녹용류가 백서의 내분비기능에 미치는 영향. 경희한의대 논문집. p 91-110.
- 김길환. 1982. 녹용 추출액의 조혈작용에 관한 연구. 한국생화학회지 15: 151-157.
- 김한성. 1989. 녹각 약침액의 아문혈 주입에 의한 두통의 치료효과. 대한한의학회지 10: 279-289.
- Min SW. 1977. Experimental study on the effect of Cervi Cornu upon atherosclerosis of cholesterol-fed rabbits. PhD Dissertation. Hanyang University.
- 박종현. 1987. 녹각수침이 CCl₄ 중독 흰쥐 손상간에 미치는

- 영향. 경희한의대 논문집 10: 627-642.
7. 배대식. 1975. 동물의 발육에 미치는 녹각의 효과에 관한 연구. 한국축산학회지 17: 571-576.
 8. 손낙원, 신민규, 이학인. 1986. 기아 mouse의 세망내피계 탐식능에 미치는 녹각의 영향. 대한한의학회지 7: 174-183.
 9. 전길자, 조현진, 김현정. 1994. 녹용의 지질성분 분석과 그 효능에 관한 연구. 한국응용약물학회 춘계학술대회 및 제3회 시약개발 연구발표회.
 10. 최평낙. 1987. 녹각이 methotrexate로 유발된 면역저하에 미치는 영향. 경희한의대 논문집 10: 589-604.
 11. 홍남두, 원도희, 김남재, 장승엽, 윤황금, 김혜수. 1993. 산지별 녹용류의 성분분석 연구(II) Ganglioside 및 유리아미노산의 분석. 생약학회지 24: 38-46.
 12. 안병홍. 1994. 주요 산지별 녹용의 영양적 가치에 관한 연구. 한영사지 18: 173-178.
 13. Wong S. 1991. Velvet antler for medicine. In *Wildlife production*. Univ. Alaska Fairbanks, Fairbanks Alaska. p 530-532.
 14. 韓坤, 梁奉錫. 1993. 中國養鹿學. 吉林科學技術出版社. p 243.
 15. 하헌, 윤수홍. 1996. 녹용류의 성분 분석 연구. 한국영양식량학회지 25: 279-282.
 16. Sunwoo HH, Nakano T, Hudson RJ, Sim JS. 1995. Chemical composition of antlers from wapiti (*Cervus elaphus*). *J Agric Food Chem* 43: 2846-2849.
 17. 홍남두, 원도희, 김남재, 장승엽, 윤황금, 김혜수. 1991. 산지별 녹용류의 성분분석 연구(I). 미량금속의 정량 및 Gangliosides의 TLC Pattern 분석. 생약학회지 22: 171-182.
 18. 김혜영, 류미라. 2000. 국내산 녹용(*Cervi Parvum Cornu*)의 부위별 무기질 조성. 한국식품과학회지 32: 31-36.
 19. 홍남두, 원도희, 김남재, 장승엽, 윤황금, 김혜수. 1993. 산지별 녹용류의 성분분석 연구(II) Ganglioside 및 유리아미노산의 분석. 생약학회지 24: 38-46.
 20. Sunwoo HH, Sim JS. 2001. Morphological, chemical, and molecular characteristics of active components in velvet antlers for biomedicine and nutraceuticals. In *Antler Science and Product Technology*. Sim JS, Sunwoo HH, Hudson RJ, Jeon BT, eds. ASPT Centre, University of Alberta, Alberta. p 111-134.
 21. Pavlenko SM. 1969. Pantocrin, a publication of articles on studies of curative properties of pantocrin. V/O "Med-export", Moscow, USSR. p 3-85.
 22. Qi SB, Zhao XH, Yang XW, Hattori M, Namba T, Nomura Y. 1988. Effect of ethanol extract of Rokujo, pilose antler, on uptake and release of noradrenal in cerebral cortical slices of rats. *J Med Pharm Soc For Wakanyaku* 5: 93-97.
 23. Wang BX, Zhao XH, Yang XY, Kaneko S, Hattori M, Namba T, Nomura Y. 2001. Inhibiton of lipid peroxidation by deer antler (Rokujo) extract *in vivo* and *in vitro*. *J Med Pharm Soc for Wakanyaku* 5: 123-128.
 24. Shin KH, Lim SS, Lee SH, Lee YS, Cho SY. 2001. Antioxidant and immunostimulating activities of the fruiting bodies of *Paecilomyces japonica*, a new type of *Cordyceps sp.* *Ann N Y Acad Sci* 928: 261-273.
 25. Wagner H, Proksh A, Riess-Maurer I, Vollmar A, Odenthal S, Stuppner H, Jurcic K, LeTurdu M, Fang JN. 1985. Immunstimulierend wirkende polysaccharide (Heteroglykane) aus hoheren Pflanzen. *Arzneim Forsch* 35: 1069-1075.
 26. 신국현. 2002. 녹용의 약물활성과 활성성분. 제 1회 녹용과 학심포지움-녹용의 과학적 이해. 충주. p 55-87.
 27. Dimino G, Silver MJ. 1983. Mouse antithrombotic assay: A simple method for the evaluation of antithrombotic agents *in vivo*. Potentiation of anti thrombotic activity by ethyl alcohol. *J Pharm Exp Therap* 225: 57-60.
 28. Kwak HB, Lee SW, Li YJ, Kim YA, Han SY, Jhon GJ, Kim HH, Lee ZH. 2004. Inhibition of osteoclast differentiation and bone resorption by a novel lysophosphatidylcholine derivative, SCOH. *Biochem Pharmac* 67: 1239-1248.
 29. Okamoto A, Hanagata H, Matsumoto E, Kawamura Y, Koizumi Y, Yanagida F. 1995. Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of various fermented foods. *Biosci Biotech Biochem* 59: 1147-1149.
 30. Karawita R, Park PJ, Siriwardhana S, Moon SH, Jeon BT, Jeon YJ. 2005. Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity of elk (*Cervus elaphus*) velvet antler. *J Food Sci Nutr* (in press).