

곤충기원 한약재의 무기성분 함량

이아영 책임연구원, 이준 책임연구원, 김효선 기술연구원, 최고야 선임연구원*

한국한의학연구원 한약자원연구센터

Inorganic components of insect origin medicines

A Yeong Lee, Jun Lee, Hyo Seon Kim, Goya Choi*

Herbal Medicine Resources Research Center, Korean Institute of Oriental Medicine

Abstract

Recently, the industry using insects is in the spotlight, and the study of components and harmful heavy metals are required. The Korean pharmacopoeia contains 52 animal-based medicines, among which insect-originated medicines are listed at the highest rate. This study was carried out to detect the 30 inorganic elements, including four heavy metal in insect-originated medicines in Korea using an inductively coupled plasma-mass spectrometer (ICP-MS) and a mercury analyzer. Potassium, phosphorus, calcium, and sulfur are large amounts of inorganic elements that consist of the organism, and these components were detected in the highest contents in these samples. In addition, the contents of four heavy metals including lead, arsenic, cadmium, and mercury were analyzed. The contents of lead and cadmium in Cicadidae Periostracum were found as 7.5 and 0.348 mg/kg, respectively.

Keywords: Insect origin medicines, Inorganic elements, Heavy metals, Inductively coupled plasma-mass spectrometer (ICP-MS), Mercury analyzer

서론

현재 곤충산업은 급속도로 성장하였으며 특히 식용곤충분야는 2011 년도에 1 억원 미만에서 2018 년도에 430 억원을 기록하였으며, 2020 년 508 억원, 2030 년에는 992 억원으로 점차적으로 커질 것으로 예상된다¹⁾. 이는 전 세계적인 추세이며, 세계시장은 2023 년까지 12 억 달러로 성장할 것으로 예측되고 있는 가운데, 미국 FDA 에서 귀뚜라미와 쌀거저리 유충이 식용으로 안전한 자연단백질원이라고

Correspondence: 최고야(Goya Choi)

Herbal Medicine Resources Research Center, Korea Institute of Oriental Medicine, Naju 58245, Republic of Korea

Tel: +82-61-338-7118, E-mail: serparas@kiom.re.kr

Received 2019-10-28, revised 2019-11-12, accepted 2019-11-13, available online 2019-11-16

doi:10.22674/KHMI-7-2-8



동의함에 따라 식용곤충 식품 시장에 가속도가 붙을 것으로 보인다²⁾. 곤충은 단백질이 풍부한 미래의 식량자원으로 인식되었을 뿐만 아니라 항산화력이 풍부한 건강식품으로서의 잠재력까지 보여주는 결과와 뒷받침 되어 그 관심이 증대되고 있다³⁾. 대한민국약전에서 화석류 법제품, 첨가제로 사용되는 품목을 제외하면 총 52 품목이 수재되어 있는데 그 중에 곤충류는 총 14 품목이 수록되어 있다⁴⁾. 각 곤충유래 품목의 유해물질기준을 확인해보면 백강잠이 곰팡이 독소, 생로알젤리는 잔류농약, 로알젤리는 중금속 기준이 설정되어 있고 나머지는 미설정되어 있는 실정이다. 본 연구에서는 대한민국약전에 수재되어 있는 곤충유래 한약재 14 품목 중 6 품목에 대한 무기원소 분석을 실시하였다. 이를 통하여 곤충유래 한약재에 포함되어 있는 무기물의 함량과 중금속의 함량도 함께 정리하였다.

본론

1. 곤충 한약재의 현황

Table 1. Classification of animal origin medicines in Korean pharmacopoeia and Korean herbal pharmacopoeia

No.	약명	문	강	No.	약명	문	강
1	간장(肝臟)	척삭동물	포유강	27	수질(水蛭)	환형동물	거머리강
2	계내금(鷄內金)	척삭동물	조강	28	아교(阿膠)	척삭동물	포유강
3	귀판(龜板)	척삭동물	파충강	29	야명사(夜明砂)	척삭동물	포유강
4	노봉방(露蜂房)	절지동물	곤충강	30	어교(魚膠)	척삭동물	조기어강
5	녹각(鹿角)	척삭동물	포유강	31	영양각(羚羊角)	척삭동물	포유강
6	녹용(鹿茸)	척삭동물	포유강	32	영와(鈴蛙)	척삭동물	양서강
7	누고(虻蛄)	절지동물	곤충강	33	오공(蜈蚣)	절지동물	순각강
8	동충하초(冬蟲夏草)	절지동물	곤충강	34	오령지(五靈脂)	척삭동물	포유강
9	맹충(虻蟲)	절지동물	곤충강	35	오배자(五倍子)	절지동물	곤충강
10	모려(牡蠣)	연체동물	이매패강	36	와릉자(瓦楞子)	연체동물	이매패강
11	문합(文蛤)	연체동물	이매패강	37	우황(牛黃)	척삭동물	포유강
12	반묘(斑貓)	절지동물	곤충강	38	웅담(熊膽)	척삭동물	포유강
13	백강잠(白僵蠶)	절지동물	곤충강	39	자충(蠶蟲)	절지동물	곤충강
14	백화사(白花蛇)	척삭동물	파충강	40	잠사(蠶沙)	절지동물	곤충강
15	별갑(鱉甲)	척삭동물	파충강	41	저담(豬膽)	척삭동물	포유강
16	봉유(蜂乳; 생로알젤리)	절지동물	곤충강	42	전갈(全蝎)	절지동물	주형강
17	봉유(蜂乳; 로알젤리)	절지동물	곤충강	43	제조(蜻蛚)	절지동물	곤충강
18	사담(蛇膽)	척삭동물	파충강	44	지룡(地龍)	연체동물	이매패강
19	사태(蛇蛻)	척삭동물	파충강	45	진주(珍珠)	연체동물	이매패강
20	사향(麝香)	척삭동물	포유강	46	천산갑(穿山甲)	척삭동물	포유강
21	상표초(桑螵蛸)	절지동물	곤충강	47	합개(蛤蚧)	척삭동물	파충강
22	석결명(石決明)	연체동물	복족강	48	해구신(海狗腎)	척삭동물	포유강
23	석룡자(石龍子)	척삭동물	파충강	49	해마(海馬)	척삭동물	조기어강
24	선퇴(蟬退)	절지동물	곤충강	50	해분(海粉)	연체동물	복족강
25	섬서(蟾蜍)	척삭동물	양서강	51	해삼(海參)	극피동물	해삼강
26	섬수(蟾酥)	척삭동물	양서강	52	해표초(海螵蛸)	연체동물	두족강



최의 논문⁴⁾에 의하면 동물을 기원으로 하는 품목 중 화석류, 법제품, 첨가제로 주로 사용되는 약재를 제외한 대한민국의약품 수목 약재는 총 52 종이였다. 이 품목들에 해당하는 기원동물을 생물자원 DB⁵⁾에서 검색하여 분류하였다. 동물계에서 세분화하여 문과 강을 살펴보면 절지동물문의 곤충강이 27%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 그 다음이 척삭동물문의 포유강이 23%를 차지하고 있다. 곤충강과 포유강에 속하는 기원 동물이 전체의 50%를 차지하고 있었다(Table 1). 이 분류군 중에서 곤충강을 기원으로 하는 한약재는 총 14 종류로 노봉방, 누고, 동충하초, 맹충, 반묘, 백강잠, 봉유(생로알젤리, 로알젤리), 상표초, 선퇴, 오배자, 자충, 잠사, 제조였다.

본 연구에서는 곤충을 기원으로 하는 약재 중 6 품목을 선정하였고 각 품목에 관한 구입처 및 표본번호는 표 Table 2에 나열하였다. 구입한 약재는 한국한의약연구원의 최고야 박사가 형태적으로 동정하여 표본은 한국한의약연구원의 한약표준표본관에 보관하였다. 백강잠은 2 군데에서 시료를 수집하여 분석하였다. 백강잠, 잠사, 제조, 선퇴, 상표초, 동충하초를 대상으로 30 종의 무기원소 분석을 실시하였다.

Table 2. Voucher specimens of insect origin medicines

No.	품명	구입처	원산지	표본번호	비고
1	백강잠(白僵蠶)	광명당제약	중국	2-18-0121	백강잠
2	백강잠(白僵蠶)	운곡한약품	한국	2-18-0187	백강잠2
3	잠사(蠶沙)	광명당제약	중국	2-18-0114	
4	제조(蟻蛸)	광명당제약	중국	2-18-0111	
5	선퇴(蟬退)	광명당제약	중국	2-18-0119	
6	상표초(桑螵蛸)	광명당제약	중국	2-18-0123	
7	동충하초(冬蟲夏草)	화산농원	한국	2-18-0185	

2. 무기물 분석결과

본 연구의 결과는 무기물 분석 검정기관으로 지정된 SAP 분석평가 연구소에 의뢰하였으며, 무기물 분석을 위하여 유도결합플라즈마 질량분석기(ICP-MS; Agilent, USA)와 수은분석기(Milestone, Italy)를 사용하였다. 일반적으로 뼈조직, 연조직 및 체액을 구성하는 다량의 무기물인 칼슘(Ca), 인(P), 마그네슘(Mg), 철(Fe), 칼륨(K), 황(S), 나트륨(Na)과 생체내 호르몬 및 필수구성요소의 생성을 돕는 그 외 미량의 무기물들과 중금속의 함량을 분석하였다. 분석대상 원소는 ICP-MS와 수은분석기로 분석 가능한 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 타이타늄(Ti), 크로뮴(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 납(Pb), 바나듐(V), 비소(As), 바륨(Ba), 몰리브데넘(Mo), 스트론튬(Sr), 알루미늄(Al), 규소(Si), 지르코늄(Zr), 나트륨(Na), 셀레늄(Se), 붕소(B), 황(S), 인(P), 안티몬(Sb), 수은(Hg)으로 총 30 개였다. 이 중에서 독성 및 중독을 일으켜 생체내에 유해성을 가진 카드뮴(Cd), 납(Pb), 비소(As), 수은(Hg)도 포함하여 분석하였다.

대체적으로 K, Ca, S, P의 함량이 높게 나왔으며, K의 함량은 3,069.76~60,616.02mg/kg, Ca는 1,575.71~43,477.13mg/kg, S는 1,683.47~27,365.37mg/kg, P는 6,334.90~19,603.21mg/kg 이었으며, 이 수치들은 품목에 따라 상이 하였다. 이 성분들은 뼈 조직 및 단백질 등을 구성하는 생체구성의 필수 성분들이며, 각 개체에 따라 구성함량이 다르게 나타날 수 있다⁶⁾.



Mg, Na, Si, Fe 이 그 다음으로 높은 함량을 차지하고 있었다. Mg 는 336.66~3,697.70mg/kg, Na 는 41.67~32,993.96mg/kg, Si 는 불검출~47,696.07mg/kg, Fe 는 14.37~7,418.35mg/kg 을 함유하고 있었다. 이 원소들은 세포벽, 체내의 상평형, 혈액 등을 구성하는 원소로 생명을 유지하는데 필요한 원소들이다⁶⁾.

또한 체내의 효소 작용, 대사작용 및 산화환원에 영향을 미치는 미량원소인 Mn, Ni, Cu, Zn, Mo, B 의 함량은 다음과 같다⁷⁾. Mn 은 9.84~413.04mg/kg, Ni 은 불검출~10.96mg/kg, Cu 는 4.64~30.30mg/kg, Zn 는 24.84~209.61mg/kg, Mo 는 불검출~0.62mg/kg, B 는 불검출~40.33 mg/kg 이었다.

그 외의 미량원소인 Li, Ti, Cr, Co, Sn, V, Ba, Sr, Al, Zr, Se, Sb 은 뼈 성장에 관여하거나 성장 또는 생식에 관여하며, 체내 효소들의 활성화에도 관여하게 된다⁶⁾. Li 은 0.04~5.28mg/kg, Ti 는 불검출~108.78mg/kg, Cr 은 불검출~57.87mg/kg, Co 는 불검출~6.34mg/kg, Sn 은 전 품목에서 불검출, V 는 0.92~37.99mg/kg, Ba 는 0.65~66.44mg/kg, Sr 은 1.47~127.81mg/kg, Al 은 불검출~12,783.17mg/kg, Zr 은 불검출~19.79mg/kg, Se 은 불검출~0.39mg/kg, Sb 는 불검출~0.05mg/kg 이었다. 특히 백강잠은 제조사가 다른 시료를 각각 2점을 구입하여 무기원소 분석을 실시한 결과, K)Ca)P 의 순으로 검출되었으나, 시료마다 편차가 커서 시료수를 늘려서 전체적인 패턴을 분석해 볼 필요가 있었다(Figure 1).

	백강잠	백강잠2	잠사	제조	선태	상표초	동충하초	
Li	0.17	0.30	0.30	0.38	5.28	0.12	0.04	100000-999999.99
Mg	2893.55	2930.88	3697.70	929.57	1549.50	336.66	3229.02	10000-99999.99
K	60616.02	30198.26	13458.47	14397.84	6528.43	3069.76	18040.45	1000-9999.99
Ca	18810.36	4721.78	43477.13	1575.71	8164.03	2123.88	1140.52	100-999.99
Ti	N.D.	0.72	108.78	2.35	1110.03	2.47	N.D.	10-99.99
Cr	0.19	0.03	1.22	0.38	57.87	0.54	N.D.	1.00-9.99
Mn	26.61	54.56	153.29	11.39	413.04	70.65	9.84	0.100-0.999
Fe	14.37	29.35	1610.04	179.99	7418.35	124.31	36.83	0.010-0.099
Co	N.D.	N.D.	0.54	0.24	6.34	N.D.	N.D.	0.001-0.0099
Ni	N.D.	0.07	3.65	0.36	10.96	0.56	0.09	N.D.
Cu	5.96	4.64	10.42	12.19	9.84	30.30	18.21	
Zn	57.88	60.81	24.84	70.28	81.04	38.38	209.61	
Sn	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
V	1.86	5.62	9.15	2.73	37.99	0.92	6.44	
Ba	1.39	9.54	51.81	1.07	66.44	1.45	0.65	
Mo	0.27	N.D.	0.09	0.62	0.55	0.28	0.28	
Sr	4.37	36.56	127.81	5.46	31.54	2.92	1.47	
Al	30.47	N.D.	1795.90	301.56	12783.17	164.91	N.D.	
Si	N.D.	83.94	6141.37	1360.42	47696.07	57.22	23.57	
Zr	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	19.79	N.D.	N.D.	
Na	282.14	41.67	258.19	32993.96	5420.10	824.60	1065.76	
Se	0.25	N.D.	0.13	0.10	0.23	0.39	0.06	
B	11.08	9.35	40.33	0.66	23.70	4.90	N.D.	
S	1683.47	4188.60	5466.93	27365.37	1489.94	17216.29	7297.72	
P	49603.21	7622.59	14988.46	22717.11	6334.90	14517.36	16992.51	
Sb	0.03	0.001	0.05	0.04	0.04	0.03	N.D.	
Pb	N.D.	0.11	2.36	N.D.	7.50	1.52	0.03	
As	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
Cd	0.011	0.004	0.029	0.023	0.348	0.039	0.007	
Hg	0.001	N.D.	0.082	0.036	0.013	0.030	0.013	

Figure 1. Contents of Inorganic metals in Insect origin medicines



유해성을 나타내는 중금속으로는 Pb, As, Cd, Hg가 있는데 이들은 다량 노출되거나 중독되면 독성을 나타내게 된다. 이러한 이유로 식품의약품안전처에서는 대한민국약전 및 대한민국약전외한약(생약)규격집에서 한약재의 중금속 관리 기준을 마련하였다. 한약재의 중금속 허용 기준은 식물성 약재의 경우 대부분 Pb는 5mg/kg, As는 3mg/kg, Cd는 0.3mg/kg, Hg는 0.2mg/kg 이하로 설정되어 있으나, 동물성 한약재는 녹용이 As 3mg/kg, 아교는 총중금속 50mg/kg, As 1.0mg/kg, 지룡은 총중금속 50mg/kg, As 5mg/kg 이 설정 되어 있으며 곤충을 기원으로 하는 한약재의 경우에는 유해 중금속의 관리 기준이 마련되어 있지 않다.

유해 중금속인 Pb는 생체내에서 적혈구의 수명을 단축시키고 heme의 생합성을 저해하여 빈혈을 유발시키거나 뇌기능 실조, 말초신경의 변성을 초래하며, 최근에는 내분비교란 등의 심각한 위해성을 나타내는 것으로 보고되고 있다⁸⁾. 6 품목의 곤충 유래 한약재에서는 불검출 ~ 7.50mg/kg 이 함유되어 있었다.

As는 공기, 흡입, 먼지 등을 통한 피부 접촉이나 먹는물 및 식품섭취 등 다양한 경로를 통해 노출되어 인체에 축적되며 특히 피부 접촉 및 호흡에 의한 노출보다 물과 식품 등의 섭취에 의한 경구노출이 주요 요인으로 알려져 있다. As는 폐암 피부암 및 간암을 일으키는 발암물질로 분류되며 피부질환 뿐만 아니라 심혈관계 질환 등 비발암성 독성 등도 큰 물질이다⁹⁾. 분석대상 곤충약재 6 품목에서 As는 모두 불검출되었다.

Cd는 생체내에 흡수된 후에 간장이나 신장에 축적되며 일단 흡수되면 서서히 배설되며 중독 시에는 생화학적, 형태학적인 변화와 더불어 골연화증 및 중추신경계의 이상이 발생하게 된다¹⁰⁾. 분석에 사용한 6 품목의 한약재에서 Cd의 함량은 0.004 ~ 0.348mg/kg 이 검출되었다.

Hg는 대표적인 중독성 중금속으로 흡수, 대사, 배설 및 독성의 화학물 형태에 따라 금속수은, 무기수은, 유기수은 화학물 상태로 분류되고 경구섭취, 흡입 및 피부를 통하여 체내로 흡수된다. 체내에 흡수된 수은은 혈액순환을 통하여 각 조직으로 이동하여 중추신경계, 간장, 신장 등에 축적되어 신경계에 이상을 나타낸다¹¹⁾. 본 연구에 사용한 시료 6 품목에서 Hg의 함량은 불검출 ~ 0.082mg/kg 이 검출되었다.

현재 곤충 기원 한약재의 중금속 허용기준이 마련되어 있지 않아 위해여부를 판단할 수 없으나, 일반적인 식물 기원 한약재 또는 한약제제의 중금속 허용기준과 비교하여 살펴보면 Pb와 Cd의 허용기준을 상회하는 품목은 선회로, Pb는 7.50mg/kg, Cd는 0.348mg/kg 이 검출되어 이 기준을 초과하였다. 추후 다량의 시료를 확보하여 곤충기반 먹거리의 안전성 확보를 위한 중금속 함량 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 곤충을 기원으로 하는 한약재 6 품목 7 점에 대하여 무기물 분석을 실시하였다. 실험 결과, 대부분의 품목에서 K>P>Ca>S의 순으로 가장 많이 검출되었다. 곤충기반 한약재의 중금속 허용기준이 마련되어 있지 않으나, 식약 공용의 식물기원 한약재 및 한약제제의 기준과 비교하여보면 선회에서 Pb가 7.5mg/kg, Cd가 0.348 mg/kg 이 검출되어 일반적인 식물성 한약재의 중금속 허용기준을 상회하는 결과를 나타내었다. 현재 곤충을 기반으로 하는 시장이 확장됨에 따라 곤충재료에 대한 관심이 증대되고 있는 가운데, 이들에 대한 유해물질 허용기준 마련이 시급한 실정이다. 이를 위하여 국내 약전에 수록되어 있는 곤충기원 약재들의 현황 파악 및 이들에 대한 유해물질 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.



감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 주요사업인 「동의보감 총부약재 활용기반 구축」과제(KSN1812410)의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. The Science Times. 단백질·항산화물질 풍부한‘식용곤충’. 인터넷; <https://www.sciencetimes.co.kr/?news=단백질·항산화물질-풍부한-식용곤충> (accessed 2019-10-15)
2. Kati. 미래식량으로 부상하는 식용곤충 시장의 성장. 인터넷; https://www.kati.net/board/exportNewsView.do?board_seq=86787&menu_dept2=35&menu_dept3=71&dateSearch= (accessed 2019-10-15)
3. 경향신문. 이제 누구나 곤충을 먹는다-식용곤충시장 ‘폭풍성장’. 인터넷; http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?art_id=201905211330001 (accessed 2019-10-15)
4. 최고야. 동북아 공정서의 동물성 한약재 현황. 한약정보연구회지. 2018;6(2):203-30.
5. CBD-CHM KOREA. 국가생물종 목록. 인터넷; <http://www.kbr.go.kr/content/view.do?menuKey=446&contentKey=14> (accessed 2019-10-15)
6. 동아사이언스. 우리 몸에 없어서는 안 될 28 가지 원소는?. 인터넷; <http://dongascience.donga.com/news.php?idx=4610> (accessed 2019-10-16)
7. 식물지식창고 블로그. 생화학적 기능에 따른 식물 무기영양소의 분류. 인터넷; <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=gn8272&logNo=120203597611&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> (accessed 2019-10-16)
8. 이명현. 국내 동물 중독성질병 발생현황과 특성-6. 대한수의사회지. 2014;50(1):25-7.
9. 심기태, 김동훈, 이재우, 이채홍, 박소연, 석광설, 김영희. 환경 중 비소의 매체통합 노출평가 및 위해성평가 연구. 환경영향평가. 2019;28(2):152-68.
10. 정영희, 한성희, 신미경. 카드뮴을 급여한 흰쥐에서 갈근 열수 추출액의 해독작용효과. 한국식생활문화학회지. 2002;17(4):456-64.
11. 정민주, 윤중식, 허진, 노영복, 최영복, 김종세, 이현화. 흰민들레(*Taraxacum coreanum*) 추출물이 급성 수는 중독된 생쥐의 간에 미치는 효과. 한국현미경학회지. 2008;38(1):1-10.

