

한약재의 중금속 평가 연구 - 경북북부지역 한약재를 중심으로 -

박 문 기 · 김 승 영 · 황 현 옥
대구한의대학교 보건환경학과
(2004년 11월 30일 접수; 2004년 12월 23일 채택)

A Study on the Heavy Metal Contents in Herbal Medicines - Cultivated Herbal Medicines at North Gyeongbuk Area -

Moon-Ki Park, Seong-Young Kim and Hyun-Uk Hwang
Dept. of Health Environment, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea
(Manuscript received 30 November, 2004; accepted 23 December, 2004)

We compared with heavy metal concentration of herbal medicines in products of Gyeongbuk and the other area of Korea. The concentration of heavy metal were studied for the estimation of quality in herbal medicines which is Bupleuri Radix, Paeoniae Radix, Dioscoreae Rhizoma and Astragali Radix in products of north Gyeongbuk area. The average levels of heavy metal of herbal medicines in Gyeongbuk area are as follows : Mercury is 0.037mg/kg, Chromium is 0.093mg/kg, Nickel is 0.108mg/kg, Copper is 0.475mg/kg, Zinc is 3.14mg/kg, Manganese is 1.52mg/kg, Iron is 7.83mg/kg, and Cadmium, Lead and Arsenic is not detected. It was very lower in concentrations than those of average Korea area.

Therefore, Gyeongbuk area appear to be more proper to cultivated land than other area. Minerals such as Ca and K were extracted more than Na and P in herbal medicines products of Gyeongbuk respectively. Minerals and heavy metal concentrations distributed in herbal medicines were analyzed. Little or no relationship was observed between minerals and heavy metals.

Key Words : Heavy metal, Herbal medicines, Gyeongbuk area, Other area

1. 서 론

우리의 사회가 경제적으로 윤택해짐에 따라 생활양식이 서구화하고 있으며 국민연령의 분포도 피라밋형에서 종형으로 노인층이 점점 많아지고 있는 추세이다. 산업화에 따른 주거환경과 경제성장에 의한 서구문화의 수용으로 생활의 패턴이 다양하게 변화하고 있지만 지금도 건강은 우리 모두의 주요 관심사중 하나이다. 최근 조사결과에 따르면 우리나라 평균수명은 점차 늘어나고 있으며, 또한 노화와 관련이 깊은 만성 퇴행성질환이 증가하는 추세에 있다. 고도경제 성장시대인 오늘날 우리의 신체는

전반적인 환경 유해물질로부터 노출 위험이 많아지고 있어서 인체 면역기능이 과거에 비해 상당히 약화되어져 있고 이런 현실에서 노화나 성인병에 어떻게 대처해야 하는가는 중대한 관심사여서 한약 등 생약제제에 대한 국민적 관심이 높아지고 있으며 그 수요도 수년 전 보다는 늘어나고 있다. 이처럼 한약재에 대한 관심이 최근에 이르러 고조되고 있는 현상은 현대의학이 가지고 있는 질병치료의 한계 및 의약품 개발의 난점, 현대 합성의약품이 지니고 있는 부작용 등 여러 단점들이 복합적으로 노출되어 대체 의학으로서 한의학에 대한 기대가 높아지고 있기 때문이다.

한약의 처방은 단일 혹은 다수의 한약재의 조합에 의해 구성되어 있으며, 한약재는 식물, 동물, 광물의 천연산물을 그대로 또는 가공하여 질병을 치료하기 위하여 적용되어지는 것이므로 안전성 관리

Corresponding Author : Moon-Ki Park, Dept. of Health Environment, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea
Phone : +82-53-819-1420
E-mail : moonki@dhu.ac.kr

가 매우 중요한 과제이다. 따라서 한약재의 품질확보의 수단으로 우선적으로 고려되어야 할 것은 유효성이나 안전성의 확보와 일정한 역가이다. 그리고 품질확보의 면에서 한약재 재배시 혹은 유통과정에 있어서 농약의 사용 또는 환경등 2차적인 요인으로 발생하는 잔류농약 또는 중금속 오염에 대한 모니터링에 의한 관리이다.

대부분의 한약재들이 재배되어 수요에 충당되고 있는데, 재배시 사용되는 농약의 종류, 사용량뿐만 아니라 인체에 축적되는 잔류량에 대한 의문이 증가되고 있고 토양오염에 의한 중금속 오염에도 관심이 고조되고 있다.

보건복지부에서는 “생약 등의 중금속 허용기준 및 시험방법”을 고시하고¹⁾ 있으나, 인체의 기능을 장해하는 유독금속인 Hg, Cd, Cr, Pb, Ni 등이나 발암성 및 돌연변이성 독성금속인 Ni, As, Se, Sn, Sb, Te, Bi 등에 대해서는 개별중금속 기준이 설정되어 있지 않고 모든 중금속 전체합량이 30ppm이내라는 단일규제기준만 있어 이러한 유해 금속들은 비록 미량일지라도 계속적인 섭취에 의한 체내의 농축이 문제가 되므로 질 높은 의료의 제공이란 면에서 이들에 대한 기준설정 및 검사방법에 대한 검토가 필요하다. 또한 한약재의 품질관리와 안전성확보를 위해서는 중금속이 건강에 직접, 간접으로 영향을 미치는 요인과 유해인자의 정확한 통계, 그리고 생육 환경에 대한 오염원의 분석과 차단방법의 확립을 위한 노력이 필요하다.

중금속류는 유기물이나 영양 염류와는 달리 자연 분해 및 미생물에 의한 분해가 극히 어렵고 지질 중의 무기 성분들과의 흡착 및 유기물과 배위공유 결합하여 분해 또는 자연 소실에 의해 안전한 형태로 되어 장기간 잔류 축적하게 된다^{2,3)}. 중금속이 체내로 들어오면 13-16년의 반감기를 가지고 장기간 체내에 축적되어^{4,5)} 금속을 포함하는 여러 효소의 활성을 저하시키고 뼈, 신장, 간에 만성 중독증상을 유발하며^{6,7)}, 다른 중금속 또는 무기질과 상호 작용하여 동물의 성장을 저해한다고 보고되어 있다⁸⁾. 인체에서 외부로 배출되지 않는 특징으로 중금속에 오염된 농산물의 장기 섭취시 만성 축적 독까지 유발할 수 있고 특히 비소, 수은등은 생물의 성장에 장애를 일으킨다. 그러나 중금속은 전체가 생물에 유해한 것이 아니고 생리작용에 있어 필요 불가결한 원소도 있으며 극소량 요구되는 경우도 있다.

금속원소 중에는 미량으로 인체에 필수 불가결한 것 (철, 아연, 구리, 코발트 등)도 있으나 이러한 필수금속도 필요이상으로 존재하면 유해현상을 나타낸다. 한약재의 안전성에 문제를 일으키는 중금속은

첫째, 극히 미량일지라도 인체의 기능을 장해할 수 있는 유독금속 (카드뮴, 비소, 수은, 납, 크롬, 니켈 등)과 둘째, 발암성, 돌연변이성의 측면에서 유전자에 영향을 미치는 유전독성금속 (카드뮴, 코발트, 크롬, 망간, 니켈 등)으로 구별할 수 있다^{9,10)}. 수은, 납, 카드뮴 등은 생물에서 전혀 필요성이 밝혀져 있지 않고 오히려 유해할 뿐이며 자체 독성뿐 아니라 축적성도 있어 먹이 연쇄를 따라 크게 농축되어, 미량일지라도 계속 섭취하는 경우 체내에 축적되는 것이 많아 장시간에 걸친 섭취량이 문제가 되고 있다¹¹⁻¹³⁾.

중금속 오염의 경로는 연료의 연소, 금속공업, 주조업, 쓰레기 소각 그리고 시멘트공업 등으로 대기를 통하여 이루어진다. 금속류들은 살충제와 폐기물 산업의 성분들과 함께 토양에 스며들어 인간의 생활에 영향을 미친다. 토양에서 발견되는 주된 금속 오염 물질들로는 비소, 카드뮴, 납, 수은, 세례늄, 안티몬, 비스무스 등인데 광업과 농업활동으로 인하여 토양에 쌓이는 살충제 성분과 하수 침전물에 의하여 토양이 오염된 곳에서 발견되는 중금속류의 오염도는 점점 높아가고 있다. 특히 납 오염의 근원은 금속광산과 자동차 내연기관의 연료인 휘발유의 anti-knocking제로 쓰이는 테트라에틸 납, 그리고 페인트와 제련소 등을 들 수 있다. 어떤 지역의 토양표면은 납의 농축으로 10%정도까지 도달하는 경우도 있다¹⁴⁾.

따라서 각 산지에 따른 한약재들을 일정한 방법을 거쳐 전처리하여 함유되어 있는 중금속을 적절한 방법으로 분석하여 중금속의 허용 기준을 객관적으로 설정함에 있어 기초 자료를 제시하고자 하는 것이 본 연구의 목표인데, 현재 우리나라 한약재배지 중에 경북북부지역이 전체 재배지의 30%에 달하고 있는바 먼저 다른 지역에 비하여 이 지역 약재의 효능과 안전성의 우수성을 확인하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

본 연구에서는 한약재의 안전성을 위해 보건복지부에서 규격화를 시행한 한약재 품목 중 경북북부지역을 중심으로 생산되는 처방에 빈도가 높은 시호(Bupleuri Radix), 작약(Paoniae Radix), 산약(Dioscoreae Rhizoma) 및 황기(Astragali Radix) 4종을 시료로 선정하였다. 약재의 분석은 대표시료가 되도록 시료를 선정하였으며, 선택한 약재의 채집위치는 경북 북부지역의 대표성을 부여할 수 있는 대표적 중요 집산지를 택하였다. 집산지별 각각의 약재들을 먼저 200g씩 취하여 혼합하였고 여기서 다시 100g을 취하여 시료로 하였다.

각 종류의 한약재를 건조한 후 분쇄기로 분쇄하

여 균질화 시켜서 1주일간 동결 건조시킨 다음 분석 시료로 사용하였다. 모든 시료는 3회 반복 분석 후 평균값을 취하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 한약재중 중금속 분석

한약재중 중금속 측정을 위한 분석방법이 명확하게 정립되어있지 않아 미국 환경보호청 (Environmental Protection Agency : EPA)의 시험 방법 중에서 한약재의 특성상 유기물이 많은 것을 고려하여 US EPA method 3050B를 선택하여 전처리 하였으며, 실험에 사용된 여과지는 Whatman GF/B를 사용하고 시약은 모두 특급시약을 사용하였다. 표준시약은 Junsei사에서 구입하여 미량피펫(micropipette)으로 희석하여 사용하였고 실험에 사용된 증류수는 RO system으로 여과한 탈염수를 Barnstead사의 nanopure system을 통해 재여과 하여 사용하였다.

본 실험에서는 한약재의 중금속을 분석하기 위해 건조된 시료 1g정도 취하여 질산 2.5ml, 염산 10ml를 가한 후 시계접시를 덮고 95℃에서 15분간 가열한 후 식힌 다음 질산 5ml를 가해 30분간 가열한다. 질산화 반응을 통해 일부 분해되지 않은 시료를 배제하기 위해 1회 반복한 후 액량이 5ml 이하가 되도록 증발 시켰다. 액량이 5ml이하가 되면 증류수 2ml와 30% 과산화수소를 첨가하여 95℃에서 가열하였다. 잔여 유기물을 완전히 분해하기 위해 30% 과산화수소를 넣고 가열, 냉각을 반복하여 거품이 최소가 될 때까지 실시하고 이때 가해진 과산화수소는 총 10ml를 넘지 않도록 하였다. 염산으로 최종분해를 하고 액량이 5ml이하가 되도록 증발시킨 후 여과지로 여과하여 50ml 메스플라스크로 표정한 다음 카드뮴, 납, 비소, 크롬 등을 ICP Atomic Emission Spectrometer (ICP-IRIS, Thermo Jarrell Ash)로 측정하였으며, 측정시 기기의 작동조건은 Table 1과 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 한약재 종류별 중금속 농도

경북 북부지역에서 생산된 시호, 작약, 산약 및 황기 4종을 분석하였으며 평균 농도는 Table 2와 같다. 수은은 0.03~0.04mg/kg, 카드뮴 0 mg/kg, 크롬 0.07~0.13mg/kg, 구리 0.09~1.59mg/kg, 니켈 0.04~0.30mg/kg, 철 1.23~24.12mg/kg, 망간 0.11~3.13mg/kg, 아연 1.95~6.83mg/kg, 납 0mg/kg, 비소 0mg/kg이 검출되었다.

또한 한약재 종류별 중금속의 농도를 Table 3에 나타내었으며 표에서 보는 바와 같이 시호의 경우가 Mn이 3.13mg/kg을 비롯하여 전체적으로 다른 한약재의 중금속 농도에 비하여 높았다.

시호의 경우 Fe가 가장 높은 수치를 나타냈으며, 24.12mg/kg으로 다른 한약재의 평균치 보다 훨씬 높은 값을 보이며, Mg도 76.82mg/kg으로 다른 한약재에 비하여 높았으며 Cr의 경우는 다른 한약재에 비해 다소 높게 검출되었다. 작약의 경우 전체 중금속에 있어서 다른 약재보다 다소 낮거나 평균치에 가까운 값을 나타냈으며 이는 재배지 토양중의 중금속 함량이 다른 경작지에 비해 낮은 수치를 보이는 것과 관계가 있는 듯하다. 또한 한등¹⁵⁾이 연구한 한국산 작약의 평균 중금속 함량과 비교해 보면 Zn이 22.805mg/kg, Mn 22.921mg/kg, Fe 10.577 mg/kg, Cu 3.083mg/kg, As 0.531mg/kg, Cr 1.571

Table 1. Operating conditions of ICP analysis

	Condition	Element	Wave length(nm)
Torch gas flow	High flow	Cd	228.802
Auxiliary gas flow	Medium (1.0 L/min)	Pb	220.353
Flush pump rate(rpm)	200	As	189.042
Relaxation(sec)	10		
Pump tubing type	EP-19	Cr	267.716

Table 2. The average contents of heavy metal from several herbal medicines

(unit : mg/kg)

	Hg	Cd	Pb	Cr	Ni	As	Cu	Fe	Zn	Mn
Means	0.04	-	-	0.09	0.11	-	0.48	7.83	3.14	1.52
Standard Deviation	0.10	-	-	0.13	0.21	-	1.59	24.12	6.83	3.13

Table 3. Heavy metal contents in gyeongbuk products

(uznit : mg/kg)

Herbal Medicines	Metal									
	Cr	Cu	Fe	Mg	Cd	Mn	As	Zn	Pb	Hg
Bupleuri Radix	0.13	0.37	24.12	76.82	-	3.13	-	2.64	-	0.04
Paeoniae Radix	0.07	0.11	2.43	34.29	-	0.71	-	1.97	-	0.04
Dioscoreae Rhizoma	0.07	0.09	1.23	31.10	-	0.81	-	2.29	-	0.04
Astragali Radix	0.11	0.32	1.85	65.56	-	1.10	-	1.95	-	0.03

mg/kg, Pb 1.416mg/kg 등으로 검출되었으나 경북 북부지역의 작약에서는 Zn이 1.97mg/kg, Mn 0.71 mg/kg, Fe 2.43mg/kg, Cu 0.11mg/kg, Cr 0.07 mg/kg이며 As와 Pb는 검출되지 않았다.

산약의 경우 역시 Mg와 Cr등 모든 금속류가 평균치 이하를 보이고 있으며 황기의 경우 Fe와 Zn이 각각 1.85mg/kg, 1.93mg/kg으로 다소 높았고 나머지 중금속류는 평균치 이하로 검출되었다. 그러나 이러한 수치도 경동 시장에서 구입한 한국산 10종의 한약재중의 중금속 함량을 분석한 결과에 의하면 황기의 경우 Fe가 117.593mg/kg, Zn이 23.658 mg/kg로 검출되었다고 보고하였으며 이 값은 경북 북부지역의 황기와 비교하면 경북 북부지역의 한약재의 중금속 양이 상당히 적음을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 경북 북부지역이 다른 지역에 비하여 상당히 청정지역이라 추정 할 수 있으며 한약재의 안전성에 있어서 우수하다고 판단된다. 이는 경북 북부지역이 일부 한약재의 재배지로서는 매우 적당하다는 것을 뒷받침해 준다. Table 4에 작약과 황기의 경우를 비교하여 나타내었으며 Fig. 1과 Fig. 2에 도시하였다.

이상과 같이 살펴본 경북 북부지역에서 재배된 대표적인 4가지 약재 중에서 카드뮴과 납, 비소 등이 검출되지 않은 것은 상대적으로 경북 북부지역이 몇몇 한약재 재배지로서는 매우 적절하다 하겠다. 한¹⁵⁾의 보고에 의하면 한국산 44종의 한약재의 중금속을 분석한 결과 수은은 1.080±1.563mg/kg, 카드뮴은 1.346±1.041mg/kg, 납은 2.854±3.135mg/kg, 비소는 3.452±1.041mg/kg, 크롬은 2.182±6.906mg/kg, 니켈은 6.853±4.967mg/kg, 구리는 7.667±4.531mg/kg, 철은 666.576±1798mg/kg, 망간은 109.804±131.536

mg/kg, 아연은 36.046±28.961mg/kg으로 검출되었다고 보고하였으며 경북북부지역의 수은 0.037 mg/kg, 크롬 0.093mg/kg, 니켈 0.108mg/kg, 구리 0.475 mg/kg, 철 7.83mg/kg, 망간 1.52mg/kg, 아연 3.14 mg/kg는 상대적으로 매우 낮은 값으로 검출되었다.

3.2. 무기질 함량

무기질은 체내대사를 변화시키면서 건강에 직접, 간접으로 영향을 미치는 동시에 서로 상호작용을 하므로 한약재의 무기성분 분석은 효능검증과 안전성, 규격화를 위해 반드시 선행되어야 할 과제로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 우리가 주로 이용하는 약재 추출물에 대한 무기질의 함량에 대한 실험을 경북 북부산인 4종의 약재에 대하여 다량 무기질인 칼슘, 인, 마그네슘의 함량과 미량 무기질인 철

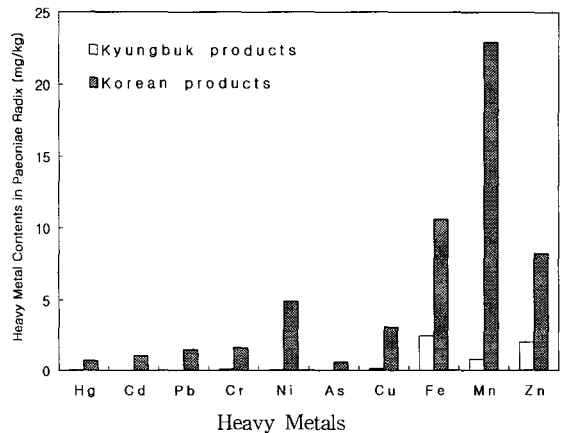


Fig. 1. Comparison of heavy metal contents in paeoniae radix (Korean products and gyeongbuk products).

Table 4. Comparison of heavy metal contents between gyeongbuk products and average of korean in several herbal medicines (unit : mg/kg)

Metal	Paeoniae Radix		Astragali Radix	
	Gyeongbuk products	Korean* products	Gyeongbuk products	Korean* products
Hg	0.04	<0.640	0.03	<0.640
Cd	-	0.987	-	<0.5
Pb	-	1.146	-	<0.251
Cr	0.07	<1.571	0.11	<1.571
As	-	0.531	-	0.287
Cu	0.11	3.083	0.32	9.906
Fe	2.43	10.577	10.85	117.593
Mn	0.71	22.921	1.10	20.046
Ni	0.04	4.881	0.09	5.287
Zn	1.97	8.224	1.95	14.694

* Korean products : Han (1998)

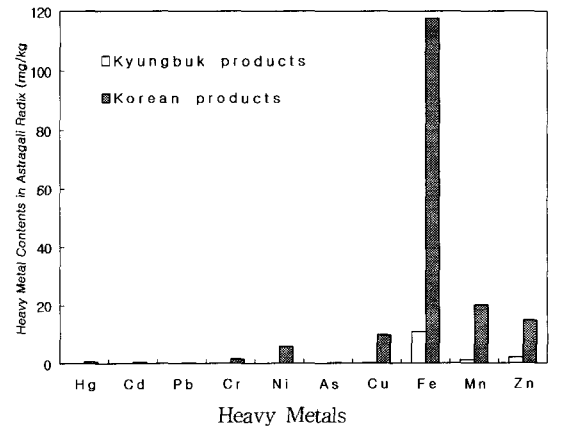


Fig. 2. Comparison of heavy metal contents in astragali radix (Korean products and gyeongbuk products).

분, 구리, 아연의 정량분석을 실시하여 한약재의 안전성과 규격화에 관련된 자료를 확보하고 무기질의 데이터를 구축하기 위해 기초연구를 하였는데, 그 결과를 Table 5에 나타내었다.

실험결과에서 대표적인 무기질을 살펴보면 Ca의 함량은 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 한약재 원료의 Ca 함유량이 한약재 종류에 따라 많은 차이를 보이는데 작약의 함량이 211.50mg/kg으로 높은 반면 시호와 황기에서는 다소 낮고 산약에서는 19.75mg/kg으로 가장 낮았다.

K함량은 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 산약에서 559.00mg/kg으로 가장 높고 작약에서 145.10mg/kg으로 최소값으로 다른 무기질에 비해 전반적으로 높은 함량을 보이고 있으며 이와 같이 각 한약재별 추출물의 차이는 K가 각 한약재에 결합되어 있는 구조의 차이 또는 K의 형태가 용해되기 쉬운 상태인지에 따른 것으로 생각된다.

이러한 결과를 통하여 한약재에 함유된 무기질과 중금속 함량간의 유의성은 약재간의 특이성과 무기질 및 중금속간 흡수능의 차이로 인한 뚜렷한 상관관계를 검정하기가 어려웠으며, 한약재에 있어서 생체 내에서 중요한 필수 무기질에 대한 분석은 안전성과 규격화를 위해 필요한 기초연구이며, 한약재에

함유된 무기질의 영양학적 가치를 통해 질병의 예방과 치료에 중요한 정보원으로 유용성을 확보할 수 있다.

4. 결 론

경북 북부지역에서 재배되어 생산되는 한약재를 중심으로 약재의 안전성에 중요한 기준이 되는 함량에 대하여 몇 가지 약재 즉, 시호, 작약, 산약 및 황기를 시료로 하여 중금속 농도를 측정하였다. 그리고 다른 문헌에 보고된 전체 한국산 한약재의 평균 중금속 농도와 비교하였으며, 이러한 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

경북북부지역의 한약재중 중금속별 평균농도는 수은 0.037mg/kg, 크롬이 0.093mg/kg, 니켈이 0.108mg/kg, 구리가 0.475mg/kg, 아연 3.14mg/kg, 망간 1.52mg/kg, 철 7.83mg/kg 그리고 카드뮴, 납, 비소는 검출되지 않았다. 이 값들은 한국산 평균치와 비교하여 매우 낮은 값이었으며 이로 미루어 경북 북부지역이 다른 지역에 비하여 한약재의 재배지로 적절함을 판단할 수 있었다.

무기질 함량을 경북 북부지역의 동일한 약재로 실험을 하여 고찰하였을 때 Ca와 K가 다른 무기질에 비하여 모든 약재에서 높게 검출되었으며 Na와

Table 5. Mineral contents of herbal medicines in gyeongbuk

(unit : mg/kg)

Herbal Medicines	Na	P	Si	Sr	Ba	Ca	K	Li	Al	B
Bupleuri Radix	37.84	128.70	5.36	1.01	6.22	131.20	289.80	0.06	19.87	1.73
Paenoniae Radix	35.53	78.89	4.61	3.03	3.48	211.50	145.10	0.02	2.97	1.45
Dioscoreae Rhizoma	25.31	88.90	4.06	0.21	3.07	19.75	559.00	0.03	2.36	1.27
Astragali Radix	47.43	93.09	5.56	2.04	31.28	116.70	247.20	0.03	7.88	1.60

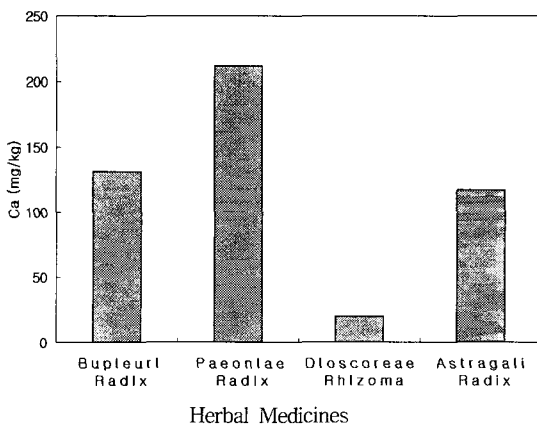


Fig. 3. Calcium(Ca) contents of herbal medicines in gyeongbuk.

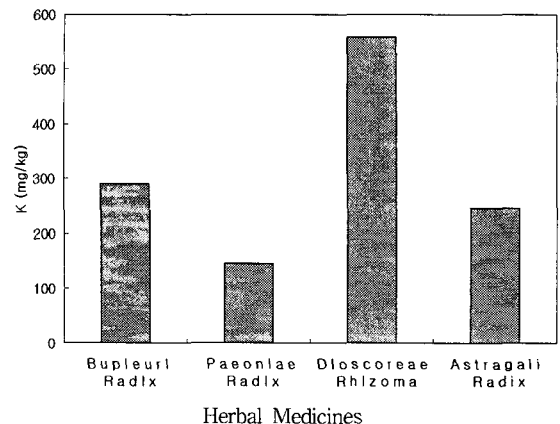


Fig. 4. Potassium(K) contents of herbal medicines in gyeongbuk.

P 등은 상대적으로 낮았다. 그리고 한약재에 함유된 중금속과 무기질간의 유의성을 검정해 보았으나 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지역협력연구센터(RRC, 과제번호 : R12-2003-002- 01003 -0)의 지원을 받아 연구되었습니다. 이에 대하여 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 보건복지부, 1995, 고시 제 95-44호, 9. 20.
- 2) Ten, K. H., L. D. King and H. D. Morris, 1971, Complex reaction of Zinc with organic matter extracted from sewage sludge, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 35, 748-752.
- 3) Petruzzelli, G., G. Guid and L. Lubrano, 1978, Organic matter as an influencing factor on copper and Cadmium adsorption by Soil, *Water Air Soil Pollut.*, 9, 263-269.
- 4) Rhee, S. J., S. O. Kim and W. K. Choe, 1992, Effect of cadmium dose injection on peroxidative damage in rat liver, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 21, 601-607.
- 5) Jung, S. Y., S. J. Rhee and J. A. Yang, 1996, Effect of dietary vitamin E levels in lipid peroxidation and enzyme activities of anti oxidative system in brain of cadmium administered rats, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 25, 575-580.
- 6) Rabinowits, M. B. and G. W. Weatherill, 1973, Lead metabolism in the normal human ; stable isotope studies, *Science*, 182, 275.
- 7) Choi, S. I., J. H. Lee and S. R. Lee, 1994, Effect of green tea beverage of the removal of cadmium and lead by animal experiments, *Korean J. food Sci. Tech.*, 26, 745-749.
- 8) Nordberg, M., 1984, General aspects of cadmium : transport, uptake and metabolism by the kidney, *Environ. Health persp.*, 54, 13-20.
- 9) Concon, J. M., 1988, *Food Toxicology*, Marcel Dekker, 69-75pp.
- 10) Oehme, F. W., 1978, *Toxicity of Heavy metals in the Environment*, Marcel Dekker.
- 11) Lagerwerff, J. V., 1972, Lead mercury and Cadmium as contaminants, In *Micronutrients in Agriculture*, Soil Sci. Soc., America, Madison, Wisconsin, 593-636pp.
- 12) Kang, S. J. and H. S. Choi, 1972, Effect of Road side soil and vegetation with Lead and Zinc by motor vehicles, *Korea J. Bot.*, 15(3), 55-61.
- 13) Kim. B. S., H. C. Yun and Y. S. Ko, 1993, A study on the Lead content in the air of Seoul and in the soil and cabbage a long Kyung-In and Kyung-Bu Highways, *J. Korean Resource Institute for better Living*, 11-17pp.
- 14) Motto. H. L., R. H. Daines, D. M. Chilko and C. K. Motto, 1970, Lead in soil and plants, its relationship to traffic volume and proximity to Highways, *Environ. Sci. and Teck*, 4, 122-131.
- 15) 한상백, 1998, 다용한약재의 산지별 중금속 농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원 석사학위논문, 14-16pp.