

한약재의 안전성 확보 및 관리방안 - 오염경로 및 대책을 중심으로 -

이선동* · 김명동** · 박경식***

- * 상지대학교 한의과대학 예방의학교실
- ** 상지대학교 한의과대학 생리학교실
- *** 상지대학교 한의과대학 해부학교실

Contamination Level and pathway of Herbal Drugs

Ki Nam Lee · Meung Shin Kim* · Seung Hwa Back**

- * Department of Preventive Oriental Medicine, College of Oriental Medicine, Sangji University
- ** Department of Physiology Oriental Medicine, College of Oriental Medicine, Sangji University
- *** Department of Anatomy Oriental Medicine, College of Oriental Medicine, Sangji University

I. 서 론

인간은 자연의 일부이므로 자연을 떠나서 살 수 없는 존재이다. 따라서 자연환경과 밀접한 관계를 가지면서 생활을 하고 있어 이러한 환경요소는 인간과의 관계에서 매우 중요하다. 그러나 최근 환경오염문제가 대두되면서 그의 보존이나 보호 등 여러 가지 측면에서 논의되고 있고 급속한 산업화와 도시화를 거치면서 대기, 수질 및 토양오염 등의 환경오염이 점차로 문제화되고 있다. 특히 환경오염이 생태계를 파괴하여 동식물·인간의 생존에 악영향을 미칠 정도로 악화되고 있으며 앞으로도 오염의 정도가 다양화·누적화·광역화 및 다발화 경향이 심화될 것으로 예상되고 있다.^{1,2)}

이러한 경향 속에서 지난 수년동안 식품 및 한약재의 중금속·농약의 오염정도에 대한 보고가 계속되고 있으며^{3,6)} 최근에는 식약청의 한약재에 표백제와 중금속이 인체에 치명적일 정도로 다량 함유되었다는 발표⁷⁾는 직접적으로 한의사를 포함 유통관리단체에게 많은 피해를 끼쳤으며 더불어 한약재 관리 책임이 있는 정부 당국의 한탕주의식 폭로에 대한 의도와 태도에 강한 불신을 갖게 되었다. 또한 이러한 무책임한 발표는 사회적으로 엄청난 파장을 초래하였으며 무엇보다도 한의약을 사랑하고 이용하는 많은 국민들에게 불안감을 조성하였다. 결과적으로 단순 사용자인 한의사가 가해자로 둔갑하거나 소비자인 국민들에게 모든 책임을 전가한 꼴이 되었으며 법규와 규정만 만들어 놓고 유명무실하게 관리하여 불량한약재가 유통되게 된 것이다. 그러나 최근에 식약청으로 이관된 한약재 관리 및 규격화 제도⁸⁾가 36종에서 514종으로 확대되어 한약재 취급업소에서 규격품 한약재를 취급하도록 개정 및 강화되어 이를 계기로 앞

으로의 정부당국의 많은 개선과 변화를 기대하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 최근의 한약재에 대한 중금속·농약의 오염정도, 오염경로 및 대책등을 중심으로 안전성 확보 및 관리대책에 대해서 알아보려고 하였다.

II. 오염 현황

1. 한약재 종류·산지별 중금속 평균농도

한국산 44종과 중국산 52종, 기타 몽고산, 뉴질랜드산, 소련산, 북한산, 아프리카산, 일본산 등 총 103종의 중금속 평균농도는 Table 1과 같다.

수은 $1.031 \pm 1.489 \text{mg/kg}$, 카드뮴 $1.885 \pm 1.106 \text{mg/kg}$, 납 $4.155 \pm 9.833 \text{mg/kg}$, 크롬 $1.839 \pm 5.465 \text{mg/kg}$, 니켈 $8.760 \pm 6.064 \text{mg/kg}$, 비소 $1.878 \pm 9.543 \text{mg/kg}$, 코발트 $9.025 \pm 25.386 \text{mg/kg}$, 구리 $6.909 \pm 5.097 \text{mg/kg}$, 철 $547.080 \pm 1437.237 \text{mg/kg}$, 망간 $95.0715 \pm 150.185 \text{mg/kg}$, 아연 $38.510 \pm 40.672 \text{mg/kg}$ 검출되었다.

Table 1. 한약재 103종의 중금속 평균농도

(Unit: mg/kg)

	Hg**	Cd	Pb**	Cr	Ni	As	Co	Cu	Fe**	Mn	Zn
Means	1.031	1.885	4.155	1.839	8.760	1.878	9.205	6.909	547.080	95.715	38.510
S.D.*	1.489	1.106	9.833	5.465	6.064	9.543	25.386	5.907	1437.237	150.185	40.672

* S.D.(Standard Deviation) : 표준편차

** 단, 수은의 평균농도에서 중국산 경면주사, 납의 평균농도에서 중국산 자연동, 한국산 밀타승, 철의 평균농도에서 중국산, 한국산 자연동은 약재 특성상 검출량이 많아서 평균치에 큰 영향을 미치므로 제외시켰다.

또한 한국산과 중국산 중 同類韓藥材 각각 33종(당귀, 맥문동, 백작약, 세신, 숙지황, 인삼, 적작약, 황기, 반하, 백출, 산약, 창출, 천궁, 향부자, 도인, 행인, 선퇴, 목단피, 상백피, 후박, 지골피, 진피, 청피, 두충, 소엽, 애엽, 오미자, 지실, 치자, 박하, 인진, 용골, 자연동)과 몽고의 녹각, 뉴질랜드와 소련의 녹용, 북한의 백출, 창출, 아프리카의 수우각, 일본의 활석 등을 대상으로 한 산지별 중금속 평균농도는 Table 2와 같다.

수은은 한국산 $1.080 \pm 1.563 \text{mg/kg}$, 중국산 $0.943 \pm 1.443 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 녹용은 뉴질랜드산 3.326mg/kg , 소련산 1.555mg/kg 이 검출되었으며, 몽고산 녹각, 북한산 백출, 창출, 아프리카산 수우각, 일본산 활석은 검출한계치 이하로 검출되었다.

카드뮴은 한국산 $1.346 \pm 1.041 \text{mg/kg}$, 중국산 $2.330 \pm 1.211 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 4.159mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 3.565mg/kg , 소련산 3.169mg/kg , 북한산 백출은 2.173mg/kg , 창출은 2.067mg/kg , 아프리카산 수우각은 2.151mg/kg , 일본산 활석은 1.578mg/kg 이 검출되었다.

납은 한국산 $2.854 \pm 3.135 \text{mg/kg}$, 중국산 $4.481 \pm 10.326 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 0.664mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 58.706mg/kg , 소련산 2.025mg/kg , 북한산 창출은 1.293mg/kg , 아프리카산 수우각은 0.695mg/kg , 일본산 활석은 0.268mg/kg 이 검출되었고, 북한산 백출은 검출한계치 이하로 검출되었다.

니켈은 한국산 $6.853 \pm 4.967 \text{mg/kg}$, 중국산 $11.030 \pm 8.010 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 17.588mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 13.968mg/kg , 소련산 12.498mg/kg , 북한산 창출은 9.176mg/kg , 백출은 8.326mg/kg , 아프리카산 수우각은 6.394mg/kg , 일본산 활석은 5.295mg/kg 이 검출되었다.

비소는 한국산 $3.452 \pm 16.038 \text{mg/kg}$, 중국산 $1.964 \pm 5.247 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 아프리카산 수우각은 0.499mg/kg , 일본산 활석은 0.762mg/kg 이 검출되었으며, 몽고산 녹각, 뉴질랜드, 소련의 녹용, 북한산 백출, 창출은 검출한계치 이하로 검출되었다.

코발트는 한국산 $7.667 \pm 4.531 \text{mg/kg}$, 중국산 $12.661 \pm 33.701 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 15.330mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 11.923mg/kg , 소련산 11.840mg/kg , 북한산 백출은 5.433mg/kg , 창출은 6.463mg/kg , 아프리카산 수우각은 6.220mg/kg , 일본산 활석은 4.523mg/kg 이 검출되었다.

구리는 한국산 $7.667 \pm 4.531 \text{mg/kg}$, 중국산 $7.301 \pm 7.282 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 소련산 녹용은 1.495mg/kg , 북한산 백출은 9.358mg/kg , 창출은 8.444mg/kg 이 검출되었으며, 몽고산 녹각, 뉴질랜드산 녹용, 아프리카산 수우각, 일본산 활석은 검출한계치 이하로 검출되었다.

철은 한국산 $666.575 \pm 1798.722 \text{mg/kg}$, 중국산 $756.059 \pm 1708.659 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 69.461mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 440.900mg/kg , 소련산 156.009mg/kg , 북한산 백출은 107.823mg/kg , 창출은 273.686mg/kg , 아프리카산 수우각은 159.388mg/kg , 일본산 활석은 122.429mg/kg 이 검출되었다.

망간은 한국산 $109.804 \pm 131.563 \text{mg/kg}$, 중국산 $80.975 \pm 132.338 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 8.913mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 6.429mg/kg , 소련산 4.844mg/kg , 북한산 백출은 25.054mg/kg , 창출은 24.977mg/kg , 아프리카산 수우각은 2.965mg/kg , 일본산 활석은 2.209mg/kg 이 검출되었다.

아연은 한국산 $36.046 \pm 28.961 \text{mg/kg}$, 중국산 $41.567 \pm 54.257 \text{mg/kg}$ 이 검출되었고, 몽고산 녹각은 70.887mg/kg , 녹용은 뉴질랜드산 67.504mg/kg , 소련산 96.273mg/kg , 북한산 백출은 100.880mg/kg , 창출은 55.091mg/kg , 아프리카산 수우각은 110.270mg/kg , 일본산 활석은 7.257mg/kg 이 검출되었다.

2. 한약재 산지별 농약 (유기염소계, 유기인계, 카바메이트계) 평균농도

산지별 유기염소계 농약중 α -BHC 농도는 한국 $<0.051 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.051 \mu\text{g/kg}$, γ -BHC 농도는 한국 $<0.074 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.074 \mu\text{g/kg}$, β -BHC 농도는 한국 $<0.049 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.049 \mu\text{g/kg}$, Heptachlor 농도는 한국 $<0.053 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.053 \mu\text{g/kg}$, *o*-BHC 농도는 한국 $<0.058 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.058 \mu\text{g/kg}$, Aldrin 농도는 한국 $<0.044 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.044 \mu\text{g/kg}$, Heptachlor epox 농도는 한국 $<0.066 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.066 \mu\text{g/kg}$, Endosulfan I 농도는 한국 $<0.066 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.066 \mu\text{g/kg}$, p,p'-DDE 농도는 한국 $<0.040 \mu\text{g/kg}$, 중국 $<0.040 \mu\text{g/kg}$,

Table 2. 산지별(한국, 중국, 기타국가) 한약재중 중금속 농도

(Unit : mg/kg)

Product Area	Korea	China	Mongolia	New Zealand	Soviet	N. Korea	N. Korea	Africa	Japan
Heavy Metal	Mean ± STD	Mean ± STD	· 농각	· 농용	· 농용	· 백출	· 창출	· 수우각	· 활석
Mercury	1.080 ± 1.563	0.943 ± 1.443	< 0.640	3.326	1.555	< 0.640	< 0.640	< 0.640	< 0.640
Cadmium	1.346 ± 1.041	2.330 ± 1.211	4.159	3.565	3.169	2.173	2.067	2.151	1.578
Lead	2.854 ± 3.135	4.481 ± 10.326	0.664	58.706	2.025	< 0.251	1.293	0.695	0.268
Chromium	2.182 ± 6.906	2.567 ± 6.354	7.903	5.143	< 1.571	< 1.571	< 1.571	0.930	< 1.571
Nickel	6.853 ± 4.967	11.030 ± 8.010	17.588	13.968	12.498	9.176	8.236	6.394	5.259
Arsenic	3.452 ± 16.038	1.964 ± 5.247	< 0.287	< 0.287	< 0.287	< 0.287	< 0.287	0.499	0.762
Cobalt	9.269 ± 29.691	12.661 ± 33.701	15.330	11.923	11.840	5.433	6.436	6.220	4.523
Copper	7.667 ± 4.531	7.301 ± 7.282	< 0.346	< 0.346	1.495	9.358	8.444	< 0.346	< 0.346
Iron	666.575 ± 1.798	756.059 ± 1.708	69.461	440.911	156.009	107.823	273.686	159.388	122.429
Manganese	109.804 ± 131.536	80.975 ± 132.338	8.913	6.429	4.844	25.054	24.977	2.965	2.209
Zinc	36.046 ± 28.961	41.567 ± 54.257	70.887	67.504	96.273	100.880	55.091	110.270	7.257

* 수은의 평균농도에서 중국산 경면주사, 남의 평균농도에서 중국산 자연동, 남의 평균농도에서 중국산, 한국산, 한국산 자연동은 약재 특성상 검출량이 많아서 평균치에 큰 영향을 미치므로 제외시켰다.

Dieldrin 농도는 한국 <0.056 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.056 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Endrin 농도는 한국 <0.051 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.051 $\mu\text{g}/\text{kg}$, p,p'-DDD 농도는 한국 <0.034 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.034 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Endosulfan II 농도는 한국 <0.039 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.039 $\mu\text{g}/\text{kg}$, p,p-DDT 농도는 한국 <0.056 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.056 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Edrin aldehyde 농도는 한국 <0.052 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.052 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Endosulfan sulf 농도는 한국 <0.094 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.094 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Methoxychlor 농도는 한국 <0.071 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.071 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이며 극히 일부 약재를 제외하고 검출한계 이하였다.

Table 3. 산지별 유기염소계 평균농도

(unit : $\mu\text{g}/\text{kg}$)

α -BHC		γ -BHC		β -BHC		Heptachlor		o-BHC	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<0.051	<0.051	<0.074	<0.074	<0.049	<0.049	<0.053	<0.053	<0.058	<0.058

Aldrin		Heptachlor epox		Endosulfan I		p,p'-DDE		Dieldrin	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<0.044	<0.044	<0.066	<0.066	<0.066	<0.066	<0.040	<0.040	<0.056	<0.056

Endrin		p,p'-DDD		Endosulfan II		p,p'-DDT		Edrin aldehyde	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<0.051	<0.051	<0.034	<0.034	<0.039	<0.039	<0.056	<0.056	<0.052	<0.052

Endosulfan sulf		Methoxychlor	
한국	중국	한국	중국
<0.094	<0.094	<0.071	<0.071

산지별 유기인계 농약중 DDVP 농도는 한국 <1.562 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <1.562 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Mevinphos 농도는 한국 <3.414 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <3.414 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Ethoprop 농도는 한국 <0.552 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.552 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Diazinon 농도는 한국 <1.099 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <1.099 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Naled 농도는 한국 <1.512 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <1.512 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Phorate 농도는 한국 <0.507 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.507 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Merphos 농도는 한국 <0.598 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.598 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Disulfoton 농도는 한국 <3.443 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <3.443 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Ronnel 농도는 한국 <0.795 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.795 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Chlorpyrifos 농도는 한국 <3.779 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <3.779 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Trichloonat 농도는 한국 <4.797 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국

<4.797 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Fenthion 농도는 한국 <2.760 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <2.760 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Demeton 농도는 한국 <2.936 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <2.936 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Tokuthion 농도는 한국 <7.565 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <7.565 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Parathion Methy 한국 <6.302 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <6.302 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Bolstar 농도는 한국 <2.687 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <2.687 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Stirophos 농도는 한국 <1.360 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <1.360 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Fensulfothion 농도는 한국 <4.722 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <4.722 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Azinphos 농도는 한국 <1.814 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <1.814 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Coumphos 농도는 한국 <3.104 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <3.104 $\mu\text{g}/\text{kg}$ dmfh 극히 일부 약재를 제외하고 검출한계 이하였다.

Table 4. 산지별 유기인계 평균농도

(unit : $\mu\text{g}/\text{kg}$)

DDVP		Mevinphos		Ethoprop		Diazinon		Naled	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<1.562	<1.562	<3.414	<3.414	<0.552	<0.552	<1.099	<1.099	<1.512	<1.512

Phorate		Merphos		Disulfoton		Ronnel		Chlorpyrifos	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<0.507	<0.507	<0.598	<0.598	<3.443	<3.443	<0.795	<0.795	<3.779	<3.779

Trichloonat		Fenthion		Demeton		Tokuthion		Parathion Methy	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<4.797	<4.797	<2.760	<2.760	<2.936	<2.936	<7.565	<7.565	<6.302	<6.302

Bolstar		Stirophos		Fensulfothion		Azinphos		Coumphos	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<2.687	<2.687	<1.360	<1.360	<4.722	<4.722	<1.814	<1.814	<3.104	<3.104

산지별 카바메이트계 농약중 Aldicarb Sulfon 농도는 한국 <0.405 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.405 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 3-Hydroxy Carbo 농도는 한국 <0.408 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.408 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Aldicarb 농도는 한국 <0.473 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.473 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Propoxur 농도는 한국 <0.589 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.589 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Carbofuran 농도는 한국 <0.211 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.211 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Dioxacrab 농도는 한국 <0.383 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.383 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Carbaryl 농도는 한국 <0.536 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <0.536 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Methiocarb 농도는 한국 <2.560 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 중국 <2.560 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 극히 일부 약재를 제외하고 검출한계 이하였다.

Table 5. 산지별 카바메이트계 평균농도

(unit : $\mu\text{g}/\text{kg}$)

Aldicarb Sulfon		3-Hydroxy Carbo		Aldicarb		Propoxur	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<0.405	<0.405	<0.408	<0.408	<0.473	<0.473	<0.589	<0.589

Carbofuran		Dioxacarb		Carbaryl		Methiocarb	
한국	중국	한국	중국	한국	중국	한국	중국
<0.211	<0.211	<0.383	<0.383	<0.536	<0.536	<2.560	<2.560

III. 오염경로

한의학은 자연에 존재하는 천연한약재를 이용해서 인체의 질병을 예방 및 치료하여 왔다. 한약재는 다양한 식물, 동물, 광물질을 천연 그대로 또는 적정하게 가공해서 사용하여 왔으나 최근에는 그 수요가 증가하여 단순채취로는 수요량에 못 미치기 때문에 인공적인 재배를 통해 상당량을 공급하고 있는 실정이며 부족량은 중국 등 외국으로부터 수입해오고 있다.

그러나 세계적으로 산업화 공업화가 진행되고 인간의 활동이 증가하여 수질, 대기, 토양 등 주위환경들이 오염되었으며 오염된 환경 속에서 생산된 각종 농수산물과 한약재 또한 오염되어 있다. 특히 의약품의 원료가 되는 한약재의 경우 안전성 확보가 반드시 필요하다. 따라서 이러한 최근의 오염에 대한 학문적인 연구 경향을 근거로 오염경로를 파악하였으며 한약재 오염을 최소화하는 대책을 세우는데 참고가 되었으면 한다. 또한 오염물질 중 중금속과 농약 미생물, 기타 등은 오염원의 차이가 존재하기 때문에 구별해야 할 것으로 생각한다.

1. 중금속 오염경로

자연환경 속의 중금속은 주로 토양 속에 이미 정상적인 성분으로 존재하거나 주위의 광산이나 공장, 대기오염으로 인해서 종합적으로 발생한다. 중금속은 농약처럼 자연과학의 발달로 인한 순수 인위적인 합성결과에 의한 새로운 오염물질에 의해서 오염되기보다는 주로 이미 지구의 환경 속에 존재하는 것들이 인간의 자연과학발달과 산업화의 결과에 따라 이동범위가 매우 다양해지고 커졌다는게 문제이다. 비중이 5-7 이상을 중금속이라고 말하는데 예를 들어 Cd, Hg, As, Cr, Ni, Pb 등의 유독금속과 Fe, Zn, Cu, Co 등 미량으로는 인체에 필수 불가결한 금속이지만 이러한 필수금속도 필요이상으로 존재하면 유해 현상을 나타내는 금속을 말한다.⁹⁾

따라서 중금속의 본래속성은 무겁기 때문에 이동성이 적어 최초로 오염된 지역에서 머무르는 경향이 강하며 또한 대체적으로 반감기가 수년에서 수십년으로 때문에 쉽게 분해되지 않아

환경에 축적되는 경향이 강하다.⁹⁾ 이러한 중금속의 물리·화학적 특성은 한약재의 중금속오염에 대한 대책을 세우는데 중요한 해결책을 제공해 준다. 다른 말로 표현한다면 중금속은 일부를 제외하고 인위적 오염원에 의해서 보다는 자연적 오염원에 의해서 문제가 되며 중금속은 한번 오염되면 이동성이 적고 축적되기 때문에 토양오염 등 중금속 오염지역에서는 농작물과 한약재 등을 재배해서는 안 된다.

1) 토양오염 등 환경오염

(1) 토양오염

많은 연구에¹⁰⁻¹²⁾ 의하면 토양내 중금속 함량과 동일지역에서의 식물·동물 등 중금속 함량은 매우 상관성이 강한 것으로 나타났다. 김¹³⁾의 시료채취 토양내 중금속 함량과 은행나무, 비름나무잎 内の 중금속 함량간의 연구에서 Pb의 함량간에는 각각 $r = 0.65, 0.84$, Zn은 $r = 0.78, 0.76$, Fe는 $r = 0.62, 0.70$ 으로 正의 상관관계였다. 또한 Lagerwerft 및 Rolfe¹⁴⁾도 중금속의 농도가 높을수록 해당 토양內에서 자라나는 식물중의 중금속 농도는 正의 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다.

(2) 교통량의 多少

고속도로 등 도로의 교통량이 많고 적음에 따라 차이가 있다. 연구^{13,15)}에 의하면 도시에 고속도로 등 교통량이 많은 지역일수록 대기오염과 토양오염으로 인해서 중금속이 많이 함유되어 있어 교통량에 따라 중금속의 함량은 正의 상관관계가 있다. 이러한 이유로는 자동차 가솔린의 성능을 개선하기 위해 그 동안 knock 저해제로서 Pb가 함유된 ketraetyl lead를 첨가하였으며 또한 타이어 제조시 고무의 탄성을 위하여 加黃(Vulcanigation)할 때 Cd가 혼입되어 자동차의 배기 및 타이어 마모에 의하여 교통량이 많은 도시 및 고속도로 인접 농경지에 중금속 (Cd, Pb)이 오염 축적된다는 것이다.

(3) 특정 중금속 배출 위해공정 여부

수은에 의한 미나마타병(Minamata病), 카드뮴에 의한 이타이이타이병(Itaita病) 등은 특정 중금속 배출 위해 공장에서 일으킨 대표적 공해문제 사건^{1,2)}이다.

(4) 기타 탄광촌 및 폐광의 관리소홀

휴·폐광된 금속광산의 수는 정확히 파악하기는 현재 존재하는 자료로서는 불가능하다. 단지 여러 자료와 문헌^{16,17)}을 토대로 정리하면 국내에 약 2,000여 개의 휴·폐광 금속광산이 존재하는 것으로 추정할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 휴·폐광 금속광산은 국내의 생산량의 감소와 동시에 외국에서 수입되는 양의 증가로 점차 휴·폐광되어 그 수가 계속적으로 증가할 것이다. 이런 휴·폐광 금속광산의 경우 사후 관리의 부재로 인해 휴·폐광 금속광산 주변에서 환경을 오염시키고 또한 광해문제를 야기시키는 주요 요인으로 등장하였다. 광해 요소로 폐갱구 및 광산폐기물 주변에서 유출되는 산성광산폐수를 들 수 있다. 폐갱도 및 광산폐기물에서 산성수이면서 중금속을 함유한 폐수가 아무런 정화과정 없이 그대로 주변의 강이나 토양으로 유출되어 환경문제를 야기시키고 있다. 이러한 광산폐수, 폐기물의 문제는 폐광지역에서의 가장 대표적인 환경 및 재해문제로서 민원을 유발할 뿐만 아니라 폐광지역 주변의 자연환경을 훼손하여 시급히 해결되어야 할 사안으로 알려져 있다.¹⁸⁾

Table. 6 휴·폐광 지역의 중금속 오염농도

(Unit : mg/kg)

Cr	Cu	Cd	Pb	As	Zn	Mn	Fe	Ni
26.513	22.394	2.172	60.665	838.453	77.200	289.900	13094.400	13.300

2. 농약오염경로

농약은 수목 및 농림산물을 포함한 모든 작물의 생산을 증가시키고 수송 및 저장도중 피해를 주는 균, 해충, 능애, 선충, 바이러스 등의 방제에 사용되는 살균제, 살충제, 제초제 및 생리 기능을 증진 또는 억제하는데 사용되는 생장 조정제 등으로 널리 사용되고 있다. 우리가 매일 섭취하는 식품뿐만 아니라 상수 및 공기, 토양에 잔류된 농약이 인체에 미치는 급만성 독성 및 발암성 등 환경에 미치는 심각한 영향은 식량증진에 불가피한 경제독으로 해가 거듭할수록 그 종류의 생산량과 소비량이 증가 일로에 있으며 또한 살충력이 강한 인공해성 살충제가 주류를 이루어 농작물 및 한약재에 농약의 잔류로 이를 섭취하고 복용한 국민과 허약자들을 불안케 하고 있다. 농약의 잔류량은 농약의 종류, 살포시기 및 횟수, 살포량에 따라 크게 달라지기 때문에 농작물질의 잔류농약 허용기준치를 정해 놓고 이를 초과하지 않도록 농약에 대한 안전사용 수준을 설정하고 있다.^{19,20)}

저자의 연구에 결과²¹⁻²³⁾에 의하면 극히 몇 종 한재중의 농약잔류량을 제외하고는 대부분 현재 안전한 것으로 나타났지만 항상 농약잔류량의 문제는 발생할 수 있기 때문에 관리가 필요하다.

1) 생산량 증대와 유통과정 중 장기보관을 위한 오염

한약재중 농약오염은 중금속오염과 달리 거의 대부분이 인위적 목적과 의도적인 오염으로 관련된 농민과 유통업자들의 관심과 노력만 있으면 피해를 최소화 할 수 있다. 최근 이용되는 농약은 인위적인 합성물질로 자연계에는 존재하지 않기 때문에 사용하기 전이나 오염되기 전에 토양 속에 존재하지 않는다. 따라서 생산량 증대를 위한 과대한 농약사용과 유통 과정중 장기 보관을 위한 목적으로 농약을 사용한 결과라고 볼 수 있다. 또한 수입약재는 국내에서 지적인 문제 이외에 국내에서는 금지된 농약의 사용으로 잔류농약의 안전성 문제가 대두될 수 있다.

2) 기타 토양, 대기 및 수질오염

(1) 토양중 농약오염과 토양동물간의 관계

농경지에서는 많은 무척추동물류들이 있어 땅으로부터 살충제들을 흡수, 주변땅에서 보다 몇배가 높은 농도 살충제를 체내 조직에 농축시킨다. 또한 이들 무척추동물류를 섭식하는 동물들에게는 이들 성분이 더 높은 수준까지 농축되는 결과가 되어 이들을 치사시키거나 정상활동을 저해시키게 되는 경우도 있다.

DDT, BHC, Aldrin, dieldrin, methoxychlor, chlordane, endrin 및 heptachlor등의 잔류물질은 땅에 서식하는 무척추동물류에서 발견되고 있으며, 이러한 문제에 관하여는 Edwards와

Tompson(1973) 및 Edward(1976)에 의해 고찰²⁴⁾되어졌다. 일부 유기염소계 살충제들이 지렁이 체내에서 대사 되어진다는 것이 관찰되어 졌으며, 유기염소계 살충제의 잔류물질이 잎벌레와 딱정벌레에서 검출되어졌음이 보고되었다. Weatly와 Hardman(1968)²⁵⁾은 유기염소계 살충제와 토양에서의 농도(dry weight)에 대한 지렁이 체내 축적농도(wet weight)의 관계를 분석한 결과에서 대수값間的 직선관계가 성립함을 알아냈으며, 최저농도에 대해서는 concentration factor가 무려 10배의 값을 나타내는 한편 최고농도와는 거의 일치됨을 보았다. Edwards와 Tompson(1973)²⁴⁾은 그간의 모든 유용한 자료들을 분석한 결과, 유기염소계 화합물질의 땅으로부터 잎벌레류에로의 축적도를 보고하였다. 이 보고에 따르면 잎벌레는 t-DDT와 aldrindieldrin 토양내 잔류물질을 평균 7~8배 가량 체내에 농축시켰다. Gish(1970)²⁶⁾는 미국내 과수원의 여러 형태로 경작되는 토양에서 식하고 있는 지렁이, 잎벌레, 달팽이류에 있어서의 유기염소계 살충제의 체내 잔류량에 대한 연구를 수행하였으며, 그 결과 잎벌레, 지렁이, 달팽이의 눈으로 그 축적량이 높다는 것을 발견하였다.

경작지로부터 지렁이나 잎벌레류에 의한 일부 유기인계 및 카바메이트계 살충제의 섭취 및 축적도 보고되어지고 있으나 딱정벌레 체내의 유기인계 살충제 잔류량에 대해서는 아무런 자료도 보고되고있지 않다.

지렁이나 연체동물류와 같은 연체류의 경우 토양으로부터 섭취한 살충제를 지방조직 내에 축적시킬 수 있기 때문에 이들 토양생물들에 있어서 살충제 잔류물질이 미치는 독성의 정확한 측정을 위해서는 토양연체류 체내의 살충제 잔류물질에 대한 많은 관심이 요구된다.

(2) 토양오염물질 중 농약의 식물 흡수

토양에 존재하는 살충제류는 이들 오염된 토양에서 성장하는 식물체내에도 이들의 잔류물질을 함유시킨다. 토양내 과잉의 살충제 양은 이들이 식물체내로 흡수되는 필요조건을 형성한다. 그러나 같은 양이 존재하더라도 살충제 별로 그 흡수율이 다르며, Lichtenstein 등²⁷⁾에 따르면, aldrin보다는 heptachlor가 더 잘 흡수된다고 한다. 만약 살충제류가 토양내에 고르게 존재한다면 토양에서의 이동율은 식물 뿌리에 의한 이들의 흡수를 제한시키지 못하지만, 토양에서 성장하는 식물체내의 잔류물질과 토양내의 잔류물질간에는 어떠한 관계가 존재할 가능성이 높다. 토양층과 작물의 뿌리에 존재하는 살충제 잔류 물질들 간의 상호반응에 대하여 관찰되어 졌으며, 그 결과 살충제는 토양에서 이들 식물체에 직접 통과한다는 사실을 알아냈다. 그러나, 토양으로부터 식물체내로 통과되는 모든 잔류물질이 이러한 방법으로 이동하는 것은 아니며, 토양에 존재하는 aldrin과 heptachlor의 잔류물질은 오이의 경우 뿌리에 의해 흡수되어 줄기를 거쳐 오이로 이동한다.

작물의 살충제 흡수는 사토에서 가장 잘 되며 다량의 유기물질을 함유한 퇴비에서 가장 적게 이루어진다. 마찬가지로, 살충제의 축적 또한 퇴비에서보다 사토에서 더 효과적으로 진행된다. 토양내에 존재하던 살충제의 상당량이 비에 의해 제거되어질 수 있으나(살포 후 초기의 경우), 뒤늦게 내리는 비는 이미 토양과 강하게 결합되어 있는 잔류물질의 제거에 별로 효과적이지 못하다.

일반적으로 비극성 살충제의 경우 뿌리 표면에 의해 흡수되는 경우가 많은 반면에 극성 화합물의 경우 쉽게 표피를 통과하여 식물체내에 까지 이동된다. 식물체내의 살충제 축적은 토양 내 잔류물질의 농도에 좌우되며, 식물체로 이동되는 살충제의 총량은 그 화합물의 잔존 기간이 길다면 시간이 경과함에 따라 증가할 것이다.

살충제의 물에 대한 용해도는 뿌리에서의 흡수와 이동에 의한 식물체내의 농축에 영향을 미치며, 영양분들은 살충제의 식물체내 침투와 흡수 후 이들 화합물의 식물체내에서의 이동(translocation)에 영향을 준다.

3. 표백제 오염경로

오래전부터 한약재에 표백제를 사용한다는 말이 있었는데 최근 식약청의 발표⁷⁾는 이것을 증명한 것이었다. 표백제 오염은 한약재의 외형을 보기 좋게 하여 가격을 올리고자 하는 생산 및 유통업자의 비도덕적인 행위에서 비롯되는 완전한 의도적 행위의 결과이다.

4. 미생물 오염경로

60년대 중반에 멸균되지 않은 경구투여제재 내에 오염균이 있어 임상사고를 일으킨 후 각국 및 WHO가 주위를 국제적으로 환기시킨 이후 오늘날 이에 대한 깊은 연구²⁸⁾가 진행중에 있다. 이것은 한약재중에 대장균, 살모넬라균, 곰팡이균 등의 미생물이 오염된 것을 말하는 것으로서 현재까지 한국에서는 전혀 문제가 되지 않고 있는 형편이다. 그러나 이에 대한 중국, 일본, 폴란드에서 생약재제에 대한 연구²⁸⁾가 진행되어 일부 약제에서 검출되는 것으로 알려져 미생물오염을 막거나 최소화한다는 노력이 요구된다.

1) 생산, 유통 및 보관과정에서의 오염

대장균, 살모넬라균 및 곰팡이균은 인체에 치명적인 건강장애를 일으키는 미생물로 생육과 환경조건(영양, 온도, 습도 등)이 갖추어지면 번식할 수 있기 때문에 일련의 생산 - 유통 - 보관 - 소비과정에서 비위생적인 요소가 관여하면 곧바로 성장번식하게 된다. 특히 여름의 고온 다습한 경우, 도로가 오염된 지역 등에서 건조하는 과정에서 미생물의 오염이 생긴다. 그러나 대부분의 미생물은 고압, 고온의 전탕 과정에서 사멸되기 때문에 큰 문제는 없지만 일부 Aflatoxin 같은 곰팡이 대사물은 300℃에서도 파괴되지 않으며 강한 발암성을 갖고 있어 앞으로 문제^{29,30)}가 될 수 있다.

5. 충해, 이물질 오염경로

한약재는 자연산물이기 때문에 재배 및 수확하는 과정에서 곤충 및 기타 동물사체, 동물의 배설물이나 약용이외의 비약용 부분인 식물 및 잡초, 흙이나 모래 등이 존재할 수 있다. 벌레의 근원과 침해의 정도 등이 복잡 다양하고 구체적인 규정이 없으며 충해는 오염뿐만 아니라 어떤 특정한 성분의 손실로 가능하게 한다. 예를 들어 벌레먹은 시호를 수증기 증류를 행하고 증류약을 자외선광도법칙으로 시호의 기름함유량을 측정하였는데 그 결과 벌레를 먹지 않는 것이 최고, 벌레를 가장 많이 먹은 것이 최저치를 나타냈다. 천연약물은 특별히 식물약을 말하는데 접촉하지 않게 하거나 불순물, 어떤 무해한 이물은 최소화 할 수 있으나 독을 없게 하거나 위험성을 줄여야 하는데 이는 유해한 이물질이나 잔유물이 존재하기 때문이다. 알려진 바에 의하면 유해한 이물질의 존재는 심각한 사고를 일으킬 수 있다. 또한 무해한 이물질 오염도

때로는 매우 심각한데, 예를 들어 연구에 의하면 어느 지역에서 유통되는 표공영 1자루를 잡초, 흙, 모래, 동물의 분뇨를 제거한 후에 요약 할 수 있는데 이의 무게가 원래 중량의 55%나 되었다.²⁸⁾ 이러한 총해 및 이물질 검사는 지금까지 눈으로 보고 손으로 만져보는 방법을 사용하고 있는 형편이다.

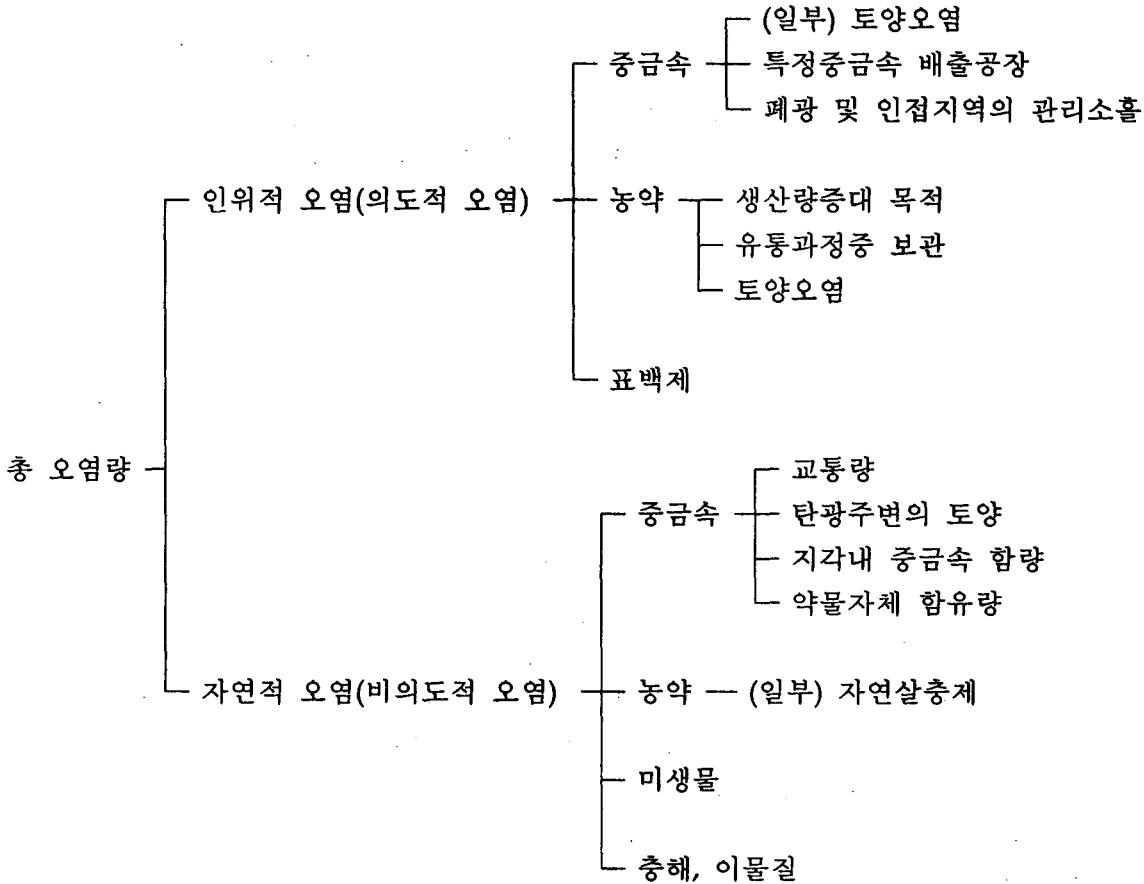


그림 1. 인위·자연적 오염원

IV. 대 책

한약재 오염의 일반적인 경로는 토양, 대기 및 수질으로 인한 비의도적인 환경오염과 생산량증가와 외형적인 품질향상을 위한 의도적 목적으로 오염되고 있음을 알 수 있다.

세계적으로 최근의 오염문제는 오염원의 다양화, 광역화, 누적화 및 다발화의 경향이 있어 지구촌의 문제이며 환경 속에서 생존하는 인간뿐만 아니라 동식물의 생존에 심각한 영향을 미치고 있다. 특히 자연환경 속에서 채취되어 이용되는 한약재는 한국인의 건강유지와 질병치료의 수단으로 활용되고 있기 때문에 한의사뿐만 아니라 정부정국과 관련 단체의 공동 관심과 해결 그리고 꾸준한 개선 노력이 반드시 필요하다.

따라서 저자는 그 동안 한약오염 파동문제가 계속되는 과정에서 행정적, 학문적 접근뿐만

아니라 한약재의 안전성 유지 및 확보를 위한 몇 가지의 대책을 마련하고자 하였다.

첫째, 정부당국의 사전에 적극적이고 긍정적인 접근과 법·제도의 합법적인 개선 등 종합적인 노력이 시급하다.

현재 한약재 중의 중금속 및 농약은 1995년 9월 20일 개정 고시 후 96년 1월 1일부터 시행되고 있는 생약 중의 중금속 허용기준 및 시행법령과 생약 등의 잔류농약 허용기준 및 시행법령⁸⁾에 따라 관리되고 있다. 그리고 표백제는 식품이나 의약품에 검출되어서는 안되기 때문에 별도의 허용농도가 없는 형편이다. 그 동안 보건복지부에서 관리해오던 최근 식품의약품 안전본부(식품의약품안전청(이하 식약청))로 승격되면서 의약품 품질 및 유통관리를 전담하고 있다. 업무이관 이후 식약청에서는 보건복지부 고시 1996-26호인 한약재 품질 및 유통관리 규정을 개정하여 514종 한약재 품목에 대한 규격화를 실시하여 1998년 9월 1일부터 한약 취급업소(한약재 제조업자, 한약판매업자 및 수입업자)에서 규격품 한약재료 취급하도록 개정하였다. 따라서, 현재 식약청은 한약재의 품질과 유통에 관련된 모든 사항을 철저히 관리하여 우수한 품질의 한약재가 유통되도록 감독·계도하여 사태를 미연에 방지해야될 책임을 갖고 있다. 지난 8.25-26일 언론매체를 통해 식약청 스스로 “한약재에서 표백제 및 중금속이 검출” 되었다는 보도는 우선 한약재가 오염되도록 방치한 정부당국의 관리소홀을 인정하는 것이며 관리소홀과 무관심에 대한 책임도 또한 져야 할 것이다. 그러나 앞으로 다시는 똑같은 문제가 재발되지 않도록 하기 위해서 다음의 몇 가지에 대한 정부와 식약청의 자세 변화가 필요하다.

1. 대안 없는 폭로 위주의 부정적 정책보다 문제가 발생하기 전에 사전에 단속하며 미연에 방지하는 긍정적이며 발전적인 정책을 펴야 한다. 대안 없이 일회성 폭로정책은 국민들을 불안하게 하고 정부정책에 대한 불신을 초래하며 한의사 및 한약재 재배 농민 등 대부분의 선량한 관련 단체의 구성원들에게 피해를 주어 결국은 한의학 발전에 악영향을 주어 국민 보건 향상에 부정적인 영향을 끼치게 된다. 평소에 담당 공무원의 책임 하에 행정관리를 철저히 하여 불량한약재의 제조 및 생산업소의 폐쇄조치 등 불량한약재 공급이 원천적으로 봉쇄될 수 있도록 하여 결과적으로 질 좋은 한약재가 생산되고 유통되도록 하는 긍정적(positive)정책을 펴야할 것이다.
2. 원칙과 현실에 적합한 법·제도적인 장치의 마련이 필요하다. 불량한 한약재가 생산·유통되는 것이 원천적으로 봉쇄되기 위해서는 담당기관의 사전대책이나 정책이 무엇보다도 필요하지만 한정된 인력과 감시기관으로는 한계가 존재할 수 있다. 따라서 한약재는 국민의 건강과 생명에 직접적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 법·제도적으로 처벌 등 강화된 장치가 필요하다. 생산에서 마지막 소비단계까지 안전하고 위생적인 단계가 유지될 수 있도록 하는 제도적 기준이 필요하며, 한약재의 품질과 상품관리 목적을 위해서 정부주도의 한약 유통공사를 설립하거나 생산자, 소비자, 한약재 오염과 관련된 단체, 정부 등이 참여하여 농산물 관리를 개혁할 수 있는 협의체구성도 해볼 수 있다.
3. 생약 등의 중금속, 농약 등의 허용기준을 개별기준으로 전환하고 약재의 기원이나 사용목적에 따라 차별화해야 한다. 현재 한약재에 적용되는 중금속, 농약의 허용기준은 중금속은 총량기준으로 30ppm이하, 농약은 Aldrin, Endrin 등 유기염소계의 일부에 허용기준치

를 정하고 있는데 이의 기준을 토양오염 등 환경오염정도 등을 참고하여 개별기준으로 전환해야한다. 예를 들어 각각의 한약재마다 또는 동일 오염물질에 대한 한약재 허용기준을 한국적 상황에 적절한 기준을 마련해야 한다. 특히 중금속 허용기준 설정 시에 독성학적 연구를 근거로 한약재의 기원(광물성, 동물성, 식물성)에 따르거나 일반 특수목적에 따라 허용치를 차별화 해야한다.

4. 한약재 관리부서의 일원화가 필요하다. 현재 한약재는 농림부와 복지부가 관리하고 있으며 기본적으로 의약품으로서 관리 및 유통되고 있는게 아니라 농산물로 유통되고 있는 형편이다. 이러한 제도적 문제 때문에 한약재의 품질관리 및 향상에 어려움이 많으며 또한 업무의 효율성과 한약재의 안전성 확보측면에 곤란이 있다. 한약은 의료법에 근거하여 국민의 건강과 질병을 치료하는 원료약품이기 때문에 당연히 보건복지부의 일원화된 관리가 필요하다.
5. 앞으로는 정부(식약청) 한약재 업무가 오염정도의 파악과 더불어 오염경로 파악이나 대책에 중심을 두어야한다. 한약재는 자연계 속에서 재배 및 생산되기 때문에 토양오염 등 환경오염이 지속되는 한 어느 정도는 오염될 수밖에 없다. 따라서 대량의 오염이나 의도적인 오염 등에 대해서는 오염정도를 파악해서 유통 및 사용되지 않도록 해야겠지만 앞으로의 식약청의 노력과 한의사 등의 관련단체의 관심과 참여가 높아진다면 이러한 문제는 발생할 수 없을 것이다. 따라서 중·장기적 대책을 통한 접근으로 인위적인 오염경로나 오염지역 등에서 재배되는 상황을 파악하여 미연에 불량 한약재의 사용을 막을 수 있게 해야한다.
6. 전국적인 토양오염 등 환경오염 정도를 파악하여 재배지역 등을 조정해야한다.
 많은 연구에 의하면 산업의 발달과 인구의 집중으로 주거 및 재배환경이 급격히 변하면서 해당환경에서 재배되는 식품과 한약재 등의 품질과 수확에 많은 악영향을 미치고 있다. 각종의 식물은 대기오염, 토양오염, 수질오염 및 교통량의 많고 적음과 도로변에 재배 등이 중금속 등 오염물질 흡수와 정비례하는 것으로 나타났다. 특히 중금속의 오염원으로는 Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, Fe, Mn, Zn 등을 들 수 있으며 이들 중금속 농도는 교통량과 관계가 있다. 예를 들어, 최근에는 무연 휘발유가 사용되고 있지만 아직도 등유, 경유 등이 사용되고 있는 자동차가 운행되고 있으며 식물체에 유해한 것으로 알려져 있는 Cd은 주로 아연광에 함유되어 있으며 그리고 자동차 타이어에서 20~90ppm이 검출되는 것으로 알려져 타이어의 마모등으로 교통량이 많은 도시나 도로변에 이러한 중금속이 축적되는 것으로 나타났다. 이와 관련된 많은 연구자료를 근거로 하여 전국적으로 토양오염조사를 실시하고 지속적인 Monitoring system을 갖추어 토양 오염 등 환경오염 정도를 지속적으로 측정 감시하여 사전에 오염약재가 재배되지 않도록 적극적인 조치가 필요하며 미국에서처럼 도로변 20m이내에는 인간이 식품으로 삼는 농작물을 법적으로 재배하지 못하도록 하고 있는데 한국에서도 이것을 법적·제도적으로 수용할 필요가 있다. 이렇게 된다면 환경오염으로 인한 오염농도를 최소화할 수 있고 문제발생을 사전에 대비할 수 있게 된다.
7. 수입약재의 문제점을 파악하여 관리해야 한다.

최근 한약재의 소비가 늘어나면서 국내 한약재의 충분한 공급부족과 품종의 제한으로 중국 등 외국산 한약재가 대량 수입되면서 불명확한 산지, 수확, 수집, 가공, 운반 등의 과정에서 의도적이거나 비의도적인 중금속오염 등이 한의계 및 국민건강에 큰 문제로 대두되고 있다. 실제로 여러 실험에 의하면 국산보다 수입약재에서 오염정도가 심한 것으로 보고되고 있다. 수입약재는 국산 약재와 달리 관리규정이 미흡하고, 중국 등에서 보따리 장사들이 정식 통관절차나 품질확인 없이 수입되고 있어 안전관리 있어 안전관리 장치가 없다. 또한 한약선택기준이 원료의 의약품 사용자의 기준으로 구입 되는게 아니라 한약재에 대해서 비전문가인 상인이 선택하기 때문에 구입의 기준이 약재의 품질에 근거하는 것이 아니고 가격 우위에 근거하므로 약재의 품질이 떨어질 수밖에 없다. 이러한 현실적 문제를 인식하고 국가적 차원에서 우수한 품질을 확보하여 수입할 수 있는 제도적 장치를 마련해야 한다.

8. 한의학적인 원리와 이론이 반영되어 한의학적인 기준이 마련되어야 한다.

한의학의 원료의약품인 한약재는 질병에 대한 철학적 접근이나 방법이 서양의학과 크게 차이가 있다. 현재의 서양의학 주도로 관리 기준의 수정과 성분 등 물질 연구식 미분 기술을 한의학적인 이론과 방법인 氣味論의 연구방법이 수용되어 기미론적인 특수성에 따라 한약의 유효성 기준에 알맞은 시험법 규정을 마련해야 한다. 그러나 현재의 허용 기준이 BHC, DDT 등은 오래 전에 국내에서는 현재 사용하지 않고 있는 농약인데 기준으로 선정되어 있으며 Aldrin, Dieldrin, Endrin 등의 기준을 매일 먹는 식품기준(유해성분의 1/2500)인 0.01ppm으로 일괄적인 식품기준에 의해 규정되어 있다. 이와 달리 중국, 일본 등은 별도의 한의약품으로 구체적 data에 의해 한약재 품질을 규정하고 있는 것은 우리에게 시사하는 바가 있다. 한의학의 특성인 수치(법제)는 氣味藥性論을 기본 바탕으로 하여 법제 조성에 중요한 영향을 주며 기미약성 자체가 반드시 인체를 통하여 실체화 되는 의료적 성분이므로 개개인 인체의 특성에 관한 한의학적인 변증진단을 전제로 한다. 또한 국산 및 수입 약재에 대한 오염기준 및 규격화 등을 선정한 임상규격 한약재를 제작하여 기준치 이내의 한약재를 사용하도록 하며 한약 특성에 맞는 한약재의 규격화가 필요하다. 이렇듯 서양의학과 한의학은 학문적 근원과 체계가 매우 다르기 때문에 한약재의 기준 및 규격을 마련하는 데 반드시 한의학 및 한약재 전문가를 참여시켜야 한다.

9. 한약 오염기준 시점을 탕전 후 복용 전 단계로 해야 하며 기타 요소를 고려해야 한다.

현대 극히 일부의 알약과 가루약을 제외하고 대부분의 한약재는 약탕기에 다려서 복용하게 된다. 실험에 의하면 한약재를 다리기 전과 다린 후 복용하기 전에 pack에 있는 상태의 중금속 농도를 비교해 볼 때 Table 7과 같다. 다린 후 pack 상태를 1로 했을 때 중금속에 대해 45.7배까지 차이가 있음을 알 수 있다. 이러한 사실은 전탕하는 과정에서 금속간의 물리·화학적 변화 때문에 농도의 변화가 크게 발생하는 것으로 생각된다. 따라서 현재처럼 다리기 전의 상태를 기준으로 하기보다는 복용 전 농도를 기준으로 하는 것이 정확하고 합리적이라고 생각한다. 또한 중금속간의 물리화학적 상호 반응으로 인한 농도 및 인체에 흡수·배설의 영향에 대해서도 연구가 되어야 하기 때문에 이에 대해서 앞으로 전문가의 토론과 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 7. 한약재 탕전 전후의 중금속 농도

	As		Cd		Co		Cr		Cu		Fe		Hg		Mn		Ni		Pb		Zn	
	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)	Solid (mg/kg)	Liquid (mg/L)
1	1.459	0.129	0.162	0.004	0.598	0.047	6.035	0.125	17.784	0.367	713.038	23.935	< 0.110	< 0.001	130.966	9.286	4.704	0.212	1.885	0.087	98.679	4.494
2	0.144	0.131	0.194	0.006	0.246	0.035	2.199	0.227	14.156	4.510	157.869	10.784	< 0.110	< 0.001	72.679	3.273	1.687	0.267	0.762	0.173	41.514	5.303
3	0.253	0.106	0.187	0.005	0.209	0.023	1.830	0.119	15.698	0.372	163.926	9.811	< 0.110	< 0.001	78.033	8.508	1.572	0.159	0.608	0.082	26.644	1.959
4	0.282	0.082	0.215	0.005	0.332	0.035	1.813	0.163	14.754	0.530	190.138	11.536	< 0.110	< 0.001	79.431	4.404	1.630	0.187	1.851	0.120	31.689	1.732
5	0.249	0.101	0.123	0.005	0.213	0.020	1.722	0.309	15.170	0.308	47.471	11.091	< 0.110	< 0.001	79.489	3.174	1.991	0.211	0.900	0.058	34.735	1.778
6	0.310	0.105	0.137	0.004	0.273	0.020	2.020	0.205	13.536	0.369	85.041	10.624	< 0.110	< 0.001	90.193	3.747	2.279	0.180	1.344	0.109	36.287	1.738
7	0.259	0.136	0.109	0.003	0.210	0.016	1.707	0.074	14.463	0.360	46.841	9.834	< 0.110	< 0.001	78.641	3.371	1.920	0.203	0.878	0.112	34.578	1.647
8	0.408	0.157	0.041	0.005	0.200	0.043	0.876	0.129	10.146	0.211	158.085	23.629	< 0.110	< 0.001	43.462	8.634	1.591	0.254	0.552	0.073	24.477	1.596
9	0.326	0.129	0.176	0.004	0.212	0.021	1.757	0.097	15.038	2.442	183.910	5.970	< 0.110	< 0.001	38.373	1.656	1.537	0.175	1.366	0.086	25.562	2.590
10	0.270	0.090	0.125	0.004	0.265	0.043	1.643	0.174	10.649	0.602	288.931	11.980	< 0.110	< 0.001	73.160	5.254	1.755	0.306	0.569	0.079	34.499	1.817
11	0.149	0.064	0.167	0.005	0.237	0.033	1.628	0.162	13.754	0.566	116.665	7.081	< 0.110	< 0.001	80.925	4.702	1.670	0.311	1.270	0.103	32.431	2.005
12	0.123	0.094	0.193	0.039	0.680	0.137	1.659	0.137	11.566	0.523	160.481	13.999	< 0.110	< 0.081	80.912	16.864	1.508	0.254	0.568	0.122	26.381	2.754
13		0.104		0.010		0.032		0.696		0.384		12.042		0.029		4.732				0.117		2.357
14		0.090		0.009		0.064		0.110		0.574		10.014		0.005		4.419				0.147		1.979
15		0.077		0.008		0.136		0.224		0.499		14.590		0.129		16.716				0.241		2.631
16	0.231	0.112	0.095	0.004	0.246	0.031	1.810	0.074	10.509	0.191	107.209	6.593	< 0.110	< 0.001	27.507	1.953	1.349	0.138	0.703	0.099	23.870	1.443
17	0.536	0.228	0.290	0.016	0.271	0.037	1.553	0.203	13.785	0.398	233.696	14.530	< 0.110	< 0.001	81.165	4.062	1.590	0.260	1.602	0.120	34.531	2.022
18	0.174	0.165	0.188	0.024	0.174	0.026	1.819	0.387	10.095	2.097	130.388	17.358	< 0.110	< 0.001	92.936	13.595	1.811	0.214	0.590	0.134	32.869	5.157
19	0.279	0.122	0.100	0.006	0.306	0.020	2.818	0.203	7.974	0.937	485.263	9.915	< 0.110	< 0.001	51.056	2.114	4.265	0.150	0.599	0.100	41.553	2.397
20	0.357	0.283	0.095	0.017	0.498	0.087	2.828	0.057	11.644	2.140	158.384	6.493	< 0.110	< 0.353	50.926	2.275	2.989	0.188	0.980	0.223	45.254	4.979
21	0.142	0.039	0.059	0.002	0.213	0.013	1.682	0.062	8.845	0.315	179.766	2.513	< 0.110	< 0.109	45.530	1.051	2.153	0.130	0.584	0.093	27.194	0.965
22	0.338	0.054	0.139	0.003	0.227	0.016	3.033	0.079	10.912	1.320	207.043	4.776	< 0.110	< 0.288	142.010	4.095	1.809	0.144	1.174	0.116	39.424	1.966
23	0.736	0.105	0.160	0.066	0.291	0.055	2.316	0.142	10.181	0.509	174.930	19.813	< 0.110	< 0.137	80.741	10.200	1.650	0.392	0.801	0.104	30.633	2.069
24	0.290	0.061	0.141	0.003	0.771	0.027	137.904	0.093	10.746	0.500	127.578	6.066	< 0.110	< 0.309	88.787	2.246	13.393	0.147	1.493	0.103	32.413	2.270
25	0.154	0.090	0.150	0.005	0.181	0.024	2.204	0.410	13.390	0.443	154.953	14.526	< 0.110	< 0.873	49.950	2.383	1.319	0.349	0.608	0.097	29.127	1.906
26	1.355	0.246	0.149	0.007	0.474	0.074	17.252	0.423	12.692	3.141	232.327	15.712	< 0.110	< 0.361	62.131	4.990	2.264	0.372	74.009	0.622	37.072	4.203
27	0.264	0.057	0.202	0.007	0.208	0.023	2.041	0.179	15.992	1.234	55.134	9.894	< 0.110	< 0.337	106.342	6.417	1.530	2.557	1.326	0.146	46.844	3.641
28	0.535	0.061	0.202	0.006	0.248	0.024	2.692	0.135	10.952	0.375	155.773	8.492	< 0.110	< 0.361	73.592	4.496	1.716	0.198	0.735	0.127	41.397	1.933
29	0.198	0.049	0.112	0.003	0.241	0.016	5.648	0.162	14.628	0.183	179.219	5.228	< 0.110	< 0.401	92.847	2.481	2.430	0.159	9.520	0.194	39.743	1.064
30	0.259	0.002	0.193	0.001	0.780	0.002	2.598	0.004	50.451	0.599	204.299	0.954	< 0.110	< 0.001	153.344	0.425	1.696	0.015	2.175	0.024	37.201	0.326
31	0.142	0.002	0.230	0.001	0.220	0.002	1.600	0.008	43.660	0.684	161.536	0.861	< 0.110	< 0.001	94.760	0.513	1.704	0.018	2.605	0.024	44.766	0.463
Mean	0.368	0.105	0.155	0.007	0.322	0.038	8.538	0.160	15.113	0.893	227.496	10.667		0.169	79.282	5.227	2.411	0.286	4.002	0.127	36.835	2.350
Stdev	0.327	0.063	0.054	0.008	0.179	0.032	25.967	0.105	9.375	0.987	234.394	5.710		0.118	29.377	4.283	2.292	0.430	13.823	0.101	13.734	1.280
µg	31.504	10.455	13.254	0.748	27.599	3.813	733.675	16.039	1294.038	89.277	19479.363	1066.658		14.471	15.000	6788.497	522.697	206.454	28.045	342.674	12.748	236.013
Solid/Liquid	3.01 : 1		17.71 : 1		7.24 : 1		45.74 : 1		14.49 : 1		18.26 : 1		0.96 : 1		12.99 : 1		7.21 : 1		26.88 : 1		13.36 : 1	

둘째로 한의사협회와 한의사의 적극적인 참여와 관심이 필요하다.

중간 소비자인 한의사협회 한의사들은 한약재 오염사건이 발생했을 때마다 가장 직접적인 피해자였다. 과거와 미래에도 언제까지 한의사 제도가 존재하는 한 한약과 불가분의 관계에 있는 한의사들은 한약과는 운명의 만남이라고 할 수밖에 없다. 따라서 앞으로도 영원히 한약 품질향상과 오염방지를 위한 참여와 노력이 필요하다. 94년이래 한의사협회와 농협과 계약을 통해 양질의 한약재 확보를 위해 독자적으로 노력해오고 있다. 그러나 엄격하게 말하면 한약의 오염방지와 품질 향상을 위한 충분한 관심과 노력보다 처방 등 최종치료 수단에 훨씬 많은 관심을 갖어 왔던 것이 사실이다. 한의학적인 치료수단 중에서 한약이 차지하는 중요성에 비추어 본다면 그 동안 너무 무관심한게 사실이기 때문에 앞으로는 한의사협회의 주도하에 안전한 한약재가 유통될 수 있게 하며 개별적으로는 우선 불량한 한약재를 수거하거나 불량업자와의 거래를 중단해야 하며, 지부별로 한약재 시장의 자체감시 기능을 강화하고 제조업소, 도소매업소 및 판매업소에 양질의 한약재 취급을 독려하여 원천적으로 불량 한약재의 거래와 취급이 되지 않도록 해야 한다. 이러한 측면에서 볼 때 한의협의 농협과 우수 한약재의 확보를 위한 사업에 앞으로 좀더 적극적이고 긍정적인 한의사의 참여가 필요하다. 지난 식약청의 발표에서 보듯이 전국의 한 두 곳의 한의원에서 불량한 약재 사용하는 과정에서 문제가 된다면 본인을 포함한 전국의 한의사에게 막대한 피해를 주기 때문에 공공인으로서의 자세와 참여가 필요하다. 지난 수년동안 해마다 2~3회 씩 전국에 알려질 때마다, 일회성의 감정적인 대처와 소극적인 태도 때문에 이러한 문제가 좀더 개선되지 못하고 있는 것이다.

셋째로 한약재 생산자 및 유통업자 등의 의식전환이 필요하다.

한약재는 자연생태계 중에서 재배, 수확되기 때문에 양약과는 그 생산과정이 크게 차이가 있다. 또한 재배, 수확과정에서 수확량의 좀더 많은 증대목적으로 대량의 증금속 및 유해 농약을 사용할 수도 있으며 유통업자들은 한약재를 인위적인 방법으로 높은 가격을 받기 위한 일환의 인위적인 오염원 이었던게 사실이다. 따라서 자연환경의 오염으로 인한 최소한의 경우는 어쩔 수 없다고 해도 생산자 및 유통업자의 생산과 유통과정에서의 인위적이고 의도적인 오염은 반드시 없어야만 한다. 이 부분은 한약재 오염문제의 가장 근본적이고 원초적인 요소이다. 식약청이 아무리 좋은 법과 제도가 마련되어도 한의협과 한의사들의 적극적인 관심과 참여가 있어도 이들의 의식 전환이 없다면 원료 의약품인 한약은 이미 오염되어 있기 때문에 사후에 아무리 노력을 해도 상당한 한계가 존재하기 마련이다.

따라서 이들에 대한 단속과 처벌보다는 생산자 및 유통업자 들의 의식전환에 필요한 좀더 다양하고 적극적인 교육과정이나 좋은 품종개발 및 제공 등의 지원, 실명재 표시를 통해서 긍정적인 자발적 참여를 유도해야 한다.

마지막으로 한약재의 안정성 확보와 유통 구조 개선에 관한 정부기관과 관련단체가 포함된 범국민적 차원의 대책기구를 마련해야 한다.

한약재를 포함한 농산물은 국민들이 섭취하고 복용하는 필수 불가결한 요소이다. 국민의 생명을 지키고 건강수준을 향상시키기 위한 범정부적 대책기구를 마련하여 농산물과 한약재 등으로 인한 국민의 건강 위해 요소를 최소화 해야 한다. 그래서 기본적으로 국민이 안심하고 편안하게 삶을 영위할 수 있게 해야 한다.

지금까지의 내용을 종합해 볼 때 정부, 한의사 협회 및 한의사 등 한약소비 유통 관련 단체 그리고 재배 농민들이 종합적으로 한약재 오염의 방지 대책에 대해 자기 관련분야에서 대책을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 정부에서는
- 사전에 적극적이며 긍정적인 접근 자세가 필요하며
 - 현실적인 여러 상황을 인지한 후 법·제도적인 체제정비가 요구되며 처벌과 단속의 부정적인 정책보다는 지원, 교육과 참여를 통한 긍정적인 동기 부여가 필요하고
 - 한약재 관리 업무의 일원화되어야 하며
 - 지금까지의 한약재 오염 파악의 정책보다는 앞으로는 오염경로 파악이나 대책을 중심으로 연구해야 하며
 - 전국적이고 지속적인 토양오염 등 환경오염 Monitoring을 실시하여 그 결과를 정책이나 허용기준 및 생산지 결정 등에 참고하며
 - 관련단체와 유기적인 협조체제를 마련하고
 - 수입약재의 문제점을 파악해서 관리하며
 - 한약재 오염기준을 탕전 후 복용 전단계로 변화시켜야 하며
 - 한약재 관리 기준 등을 마련할 때 한의학적인 원리와 이론이 반영 될 수 있도록 한약 전문가의 참여가 반드시 필요하다.

한의사 협회 및 한약 유통 관련 단체들은 양질의 한약재가 안전하게 관리·유통 될 수 있도록 감시와 독려 참여와 협조 등의 의식전환이 필요하며, 한약재의 생산, 재배 및 수확을 담당하는 농민들은 한약재 오염이 최소화되도록 노력해야 한다. 따라서 양질의 약재 관리가 체계적으로 이루어져 궁극적으로는 국민의 건강과 보건수준의 향상을 목적으로 정부의 주도하에 소비 및 유통 관련 단체와 생산·수확하는 농민들이 정부의 이러한 올바른 정책과 노력에 협조 및 참여하면 양질의 한약재 유통은 이루어질 수 있다.

V. 결 론

최근 전세계적으로 급속한 산업화와 도시과정에서 오염문제가 다양화, 누적화 및 광역화되면서 대기, 수질, 식품 및 토양오염 등의 환경오염이 생태계를 파괴하여 동식물·인간의 생존에까지 영향을 미치고 있으며 앞으로도 오염의 정도가 심화될 것으로 예상된다. 자연생태계속에서 재배·수확되어 사용되는 한약재는 이러한 과정에서 일정한 부분 오염되고 있으며 이에 대한 적극적이고 긍정적인 대책이 필요하다.

본 연구에서는 한약재의 안전성 확보방안의 일환으로 오염현황, 오염경로 및 대책을 중심으로 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 한국산과 중국산 중 a-103종의 한약재를 대상으로 중금속 및 농약 (유기염소, 유기인, 카

바메이트계) 농도를 조사하였는데 대부분의 한약재 중 중금속 농도는 인체 유해수준과 관계가 없는 것으로 나타났으나 특정질환에 제한적으로 사용하는 일부 광물성약재 중에서 Cd, Pb, Co 등을 인체에 유해한 수준이었으며 또한 유기염소계, 유기인계 및 카바메이트계의 농약은 산지에 상관없이 극히 일부의 약재를 제외하고 검출되지 않았다.

2. 한약재의 오염경로는 (일부) 토양오염, 특정중금속 배출공장, 탄광 및 폐광의 관리소홀, 생산량 증대와 유통과정의 보관목적, 표백제 등은 인위적인 오염경로에 의해서, 교통량, 지각내 중금속, 미생물 및 충해, 이물질 등을 자연적인 경로에 의해 오염되는 것으로 나타났다.
3. 양질의 한약재 관리를 위해서는 정부의 국민의 건강증진과 보호측면의 올바르고 예방적이며 적극적인 정책하에 생산, 소비 및 유통관련 단체의 참여와 관심이 유기적이고 종합적인 노력이 반드시 필요하다.

VI. 참고 문헌

1. 김광호 외 5인, 예방의학과 보건학, 계축문화사, 1995.
2. 최삼섭 외 다수, 예방의학과 공중보건학, 계축문화사, 1998.
3. 박춘혁, 수중한약재중의 중금속 및 잔류농약에 관한 연구, 경희대학원, 석사학위논문, 1987.
4. 홍덕신 외 3인, 강서부분 중약재의 미량원소 측정과 약효탐구, 강서중의약, 1990.
5. 신준식, 중요 다용도 처방에 포함된 한약재중 보건복지부 규격화고시 품목이외의 약재품질 평가에 관한 연구, 경희대학원 석사학위논문, 1995.
6. 백정혜 외 5인, 중국산 생약의 중금속 오염도조사, 경기도 보건환경연구원 연구논문집, 1996.
7. 식약청 발표, 1998. 8. 25.
8. 보건복지부고시 1996-26호, 한약재 품질 및 유통관리규정, 1996.
9. 和田政者, 이영환, 정문호 공역, 금속과 사람, 신광출판사, 1993.
10. Kang, S.J., and H.S.Choi. Effect of Road side soil and vegetation with Lead and Zinc by motor vehicles. Korean J. Bot. 15(3), 1972.
11. Kim. B.S., H.C.Yun, and Y.S. Ko, 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. 1993.
12. Motto. H.L., R.H. Daines, D.M. Chilko and C.K. Motto, Lead in Soil and plants, its relationship to traffic volume and proximity to highways, Environ. Sci. and Teck. 4. 1970.
13. 김병우, 환경에 미치는 중금속 Lead 및 Cadmium의 영향에 관한 연구, 상지대학 논문집 제8집, 1987.
14. Rolfe, G.L., Lead uptake by selected tree seedling. J. Environ Quality 2. 1973.
15. 김병우, 관속식물에 미치는 중금속의 영향에 관한 생태학적 연구, 상지대학교 자연과학 연구소, 자연과학논총 제6집. 1992.
16. 원주환경지청, 광산지역환경오염 저감대책수립 조사연구사업보고서, 1989.
17. 박용하, 휴 · 폐광된 금속광산 지역의 오염관리대책, 한국환경기술개발원, 1994.
18. 최용수, 휴 · 폐광산지역 오염토양 복원대책, 97-1 ILE 환경정책 토론회 심포지움, 1997.
19. 양승환, 이두형, 이승찬, 신농약, 향문사, 1993.
20. 이득범, 인체장기조직내 유기염소계 농약의 잔류량에 관한조사, 부산대학교 대학원 박사학위논문, 1995.

21. 이선동, 박철수, 다용한약재의 산지별 유기염소계농약 농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원 석사학위논문(미발표), 1998.
22. 이선동, 이재욱, 다용한약재의 산지별 유기인계농약 농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원 석사학위논문(미발표), 1998.
23. 이선동, 김창석, 다용한약재의 산지별 카바메이트계농약 농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원 석사학위논문(미발표), 1998.
24. Edward and Tompson (1973)
25. Weatly and Hardman (1968)
26. Gish (1970)
27. Lichtenstein (1965)
28. 천연약물의 오염
29. 오승희, 최신 식품위생학, 형설출판사, 1989.
30. 이용욱 외 4인, 식품위생학, 신광출판사, 1996.