

## 유통 한약재의 잔류이산화황에 대한 모니터링

김미경 · 허문희 · 이창희 · 진종성 · 진선경 · 이영자\*

부산지방식품의약품안전청

### Monitoring of Residual Sulfur Dioxide in Herbal Medicines

Mi Kyeong Kim, Moon Hye Hur, Chang Hee Lee, Jong Seong Jin, Sun Kyung Jin, and Young Ja Lee\*

Busan Regional KFDA, Busan 608-829, Korea

**Abstract** – This study has been conducted to investigate the amount of residual sulfur dioxide for herbal medicines of 30 species which are purchased in 13 different regions (Bonghwa, Busan, Chunju, Jecheon, Kwangju, Keumsan, Seoul, Taegu, Cheongju, Xian, Beijing, Tokyo and Osaka). The sulfur dioxide residues were determined in the collected 386 samples by the modified Monier-Williams method. The residues of sulfur dioxide in 386 samples ranged from ND (under detection limit) to 2808 ppm. The sulfur dioxide in Cassiae Semen, Cinnamomi Ramulus, Cervi Cornu, Hoelen, Crataegi Fructus, Artemisiae Argyi Herba, Scolopendrae Corpus, Schizandrae Fructus and Cyperi Rhizoma were detected under the detection limit regardless of the collected regions. The sulfur dioxide residues in herbal medicines collected in domestic regions were relatively lower than those in foreign regions. There are no standards for sulfur dioxide residual limits of herbal medicines in Korea. This results will provide the scientific basis for the standardization of sulfur dioxide residues in Korea Pharmacopoeia.

**Key words** – herbal medicines, residual sulfur dioxide, M.W. method

생활수준의 향상과 더불어 건강한 삶을 누리기 위한 노력이 증가하면서 질병의 치료뿐만 아니라 약해진 체력의 회복을 위해서 한약재를 통해 건강을 유지하려는 경향이 많아지고 있다. 특히 위장장애 등으로 양약에 대해 민감한 반응을 보이는 사람들이나 전통적으로 한방에 심리적 의존성이 큰 노인들은 한약재를 통한 질병치료를 오히려 더 선호하고 있는 실정이다. 이처럼 한약재의 소비증가는 높아진 의식수준과 더불어 유통한약재들의 품질관리에 대한 필요성을 야기시켰다. 특히 한약재는 수분이나 보관온도, 미생물이나 충해 등으로 쉽게 오염될 가능성이 많으며 이를 막기 위한 수단으로 인체에 유해한 화학물질 등이 사용되기도 한다. 한약재의 박피, 세단, 분쇄 및 건조 등의 가공처리 과정에서 효소 등에 의한 갈변을 방지하거나 색택을 좋게 하기 위한 목적으로 사용되는 대표적인 표백제에는 아황산계 화합물이 있다. 아황산계 화합물은 환원력이 강한 아황산을 발생하고 이것이 황산으로 산화되는 과정에서 착색물질을 환원하는 강한 표백작용을 나타내는데 오랫동안 향미생물제, 표백제, 갈변방지제 또는 항산화제 등의 목적으로

식품뿐만 아니라 한약재에도 널리 사용되어져 왔다. 특히 한약재는 인위적인 첨가 외에도 건조시 드는 시간과 비용의 절감을 위하여 연탄건조 등의 과정을 거치면서 자연스럽게 아황산계 화합물에 노출되었다. 이러한 가공 처리를 거쳤을 때 건조된 한약재에서 아황산염, 차아황산염이 검출되는 것으로 알려지고 있으며, 아황산염은 생체 내에서 빠르게 산화되어 황산염으로 되어 아황산을 유리하는데 이는 위장을 쉽게 자극하므로 건강상 좋지 않은 영향을 미친다. 특히 아황산은 이 성분에 민감한 일반인 및 천식 환자에게 과민성 반응을 유발한다는 보고도 있으며 이러한 과민성 반응은 사망을 비롯하여 기관지 수축, 두통, 복통, 구토, 현기증, 발진 등 6가지 증상이 보고되고 있다.<sup>1)</sup> FAO/WHO에서는 아황산염류의 1일 섭취허용량(ADI : acceptable daily intake)을 이산화황(SO<sub>2</sub>)으로서 0.7 mg/kg(body weight)이하로 정해 GRAS(generally recognized as safe) List에 수재하고 있으며 미국도 10 ppm 이상 함유한 식품은 잔류량을 표시하도록 의무화하고 있다.<sup>2)</sup> 현재 우리나라 식품공전 및 식품첨가물공전에는 메타중아황산나트륨(Sodium metabisulfite), 메타중아황산칼륨(Potassium metabisulfite), 무수아황산(Sulfur dioxide), 아황산나트륨(Sodium sulfite), 차아황산나트륨(Sodium hydrosulfite), 산성아황산나트륨(Sodium

\*교신저자(E-mail) : snoopy7@kfda.go.kr  
(FAX) : 051-610-6295

bisulfite)의 6종이 표백제, 합성보존료 또는 산화방지제로 지정 고시되어 각각의 사용 기준이 설정되어 있으며 식품에서의 아황산염류는 이산화황(SO<sub>2</sub>)으로서 그 잔류량을 규제하고 있다.<sup>3,4)</sup> 그러나 한약재에 대해서는 현 대한약전에서 표백제의 사용 규정이 별도로 정해지지 않았으며, 단지 수입 한약재를 대상으로 식품의약품안전청고시 제 1998-95호(1998. 10. 2) 수입의약품등관리규정에 의거하여 한약재에 대한 표백제로서의 아황산염류를 규제하고 있는데 같은 등 41종에 대하여 식품공전의 시험법에 따라 시행토록 되어있고 그 기준이 불검출(10 ppm 이하는 불검출)로 규정되어 있다. 또한 지금까지 식품 중 특히 자연함유량이 많은 식품 등의 표백제에 대한 연구들<sup>5-8)</sup>과 이산화황 분석방법의 상호 비교 등<sup>10-13)</sup>에 대한 보고들이 많이 있었으나, 한약재중의 이산화황에 대한 모니터링<sup>1,13-15)</sup>은 일부만 보고되고 있을 뿐이

어서 한약재 개별에 대한 체계적인 모니터링을 통한 잔류 허용기준 설정이 필요한 실정이다. 일부 연구<sup>15)</sup>에서는 이산화황이 함유된 한약재를 한약진탕기로 달인 탕제를 대상으로 이산화황 잔류량을 조사하였는데 비록 한약재 자체에서 검출된 양에 비해 크게 감소하는 경향을 보였으나, 이산화황이 다량 검출된 한약재의 경우 이를 달인 탕제에서도 그 잔류량이 높게 나타나 유통한약재 모니터링의 필요성을 야기시켰다. 특히 한약재는 종목별, 사용부위별, 유통지역별로 잔류이산화황의 검출량에 대한 편차가 크므로 체계적인 모니터링이 꼭 필요하다. 따라서 한약재에 대한 전반적인 모니터링 사업의 일환으로 국내외 유통 한약재 중의 잔류 이산화황을 조사하여 이들 자료를 토대로 한약재의 안전성을 확립하고 관련 허용기준을 설정하는데 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

**Table I.** List of tested herbal medicines

	Scientific name	Family name
갈근	<i>Puerariae Radix</i>	콩과, Leguminosae
건강	<i>Zingiberis Rhizoma</i>	생강과, Zingiberaceae
길경	<i>Platycodi Radix</i>	도라지과, Campanulaceae
반하	<i>Pinelliae Tuber</i>	천남성과, Araceae
백작약	<i>Paeoniae Radix</i>	모란과, Paeoniaceae
사삼	<i>Adenophorae Radix</i>	도라지과, Campanulaceae
황기	<i>Astragali Radix</i>	콩과, Leguminosae
감초	<i>Glycyrrhizae Radix</i>	콩과, Leguminosae
복령	<i>Hoelen</i>	잔나비걸상과, Polyporaceae
계피	<i>Cinnamomi Cortex</i>	녹나무과, Lauraceae
지황	<i>Rehmanniae Radix</i>	현삼과, Scrophulariaceae
산사	<i>Crataegi Fructus</i>	정미과, Rosaceae
용안육	<i>Longanae Arillus</i>	무환자나무과, Sapindaceae
계지	<i>Cinnamomi Ramulus</i>	녹나무과, Lauraceae
애엽	<i>Artemisiae Argyi Herba</i>	국화과, Compositae
사인	<i>Amomi Fructus</i>	생강과, Zingiberaceae
결명자	<i>Cassiae Semen</i>	콩과, Leguminosae
향부자	<i>Cyperi Rhizoma</i>	사초과, Cyperaceae
목단피	<i>Moutan Cortex Radix</i>	작약과, Paeoniaceae
팍향	<i>Agastachis Herba</i>	꿀풀과, Labiatae
녹각	<i>Cervi Cornu</i>	사슴과, Cervidae
오공	<i>Scolopendrae Coupus</i>	왕지네과, Scolopendridae
천마	<i>Gastrodiae Rhizoma</i>	난과, Orchidaceae
시호	<i>Bupleuri Radix</i>	미나리과, Umbelliferae
백출	<i>Atractylodis Rhizoma Alba</i>	국화과, Compositae
오미자	<i>Schizandrae Fructus</i>	오미자과, Schizandraceae
창출	<i>Atractylodis Rhizoma</i>	국화과, Compositae
구기자	<i>Lycii Fructus</i>	가지과, Solanaceae
대추	<i>Zizyphi Fructus</i>	갈매나무과, Rhamnaceae
목향	<i>Saussureae Radix</i>	국화과, Compositae

## 재료 및 방법

**시료** - 서울, 부산, 대구, 광주, 전주, 제천, 금산 및 봉화 등과 일본의 동경, 오사카, 중국의 북경, 성도, 서안 등에서 유통되고 있는 30종 368품목의 한약재를 임의 채취하였다 (Table I).

**시약** - Absolute ethanol은 Merck사제의 잔류농약급을, 과산화수소는 Sigma 사제를 사용하였으며, 그 외 시약은 모두 특급을 사용하였다.

**기기** - 이산화황 분석을 위해 Kontes사(USA)의 모니어-윌리엄스 증류장치(Fig. 1)를 사용하였다.

### 이산화황 측정법

잔류 이산화황은 식품공전 일반시험법 중 아황산, 차아황산 및 그 염류의 정량법에 따라 모니어-윌리엄스 증류장치를 이용하여 측정하였다. 먼저 플라스크(C)에 증류수 400 mL를 넣고 분액깔때기(B)에 코크를 잠근 채 4N 염산용액 90 mL를 넣어두었다. 냉각기(E)에 물을 공급한 다음, 가스주입관(D)을 통하여 질소가스를 0.2 L/min 속도로 통과시켰으며 이때 수기(G)에 미리 메틸레드시액 3방울을 넣은 3% 과산화수소용액 30 mL를 넣어두었다. 15분 후 분액깔때기(B)를 열고 균질화된 검체 약 10-50 g과 5% 에탄올 100 mL를 넣어 혼합하여 플라스크(C)에 넣은 다음 분액깔때기(B)를 부착하고 코크를 열어 4N 염산용액을 플라스크(C)에 넣는다. 1시간 45분 동안 가열한 후 수기에 황산 형태로 포집된 이산화황을 0.01 N 수산화나트륨 용액으로 적정하였으며 각 실험치는 각각의 시료를 3회 반복하여 얻은 값을 평균값으로 하여 산출하였다.

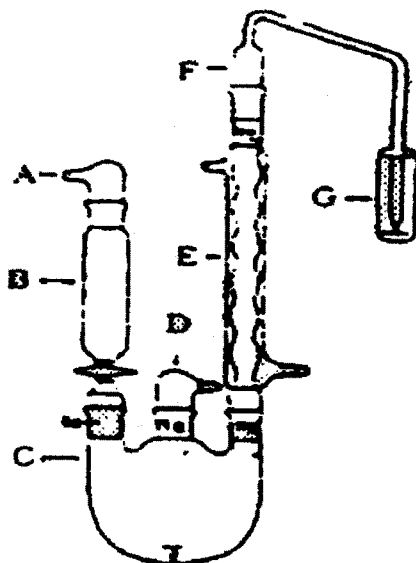


Fig. 1. Modified Monier-Williams distillation apparatus.

## 결과 및 고찰

30종 368품목에 대한 이산화황 잔류량을 구해 종별로 평균값을 구한 결과를 Table II, III에 나타내었다. 조사대상 품목 중 283품목이 불검출이었으며, 특히 결명자, 계지, 녹각, 복령, 산사, 애엽, 오공, 오미자 및 향부자 등 9종 107품목에서는 유통지역과 무관하게 모두 잔류이산화황이 검출되지 않았다. 반면, 오사카의 천마, 북경의 구기자, 서안의 백작약 및 북경의 길경 등은 각각 2,808 ppm, 2,427 ppm, 1,969 ppm, 1,528 ppm 등의 순으로 많이 검출되었다. 이는 기존에 보고된 양에 비해 상당히 높은 양이며 특히 국외에서 유통되는 한약재에서 많은 양이 검출되었다. Fig. 2에서 국내 유통생약과 국외 유통생약의 잔류이산화황 검출 결과를 비교해서 나타내었는데 계피, 시호, 목단피를 제외하고는 모두 국외 유통생약에서 이산화황이 많이 검출되었다. 국내 유통생약의 경우에도 중국 등지에서 수입하여 유통되는 경우가 많음을 감안한다면 국외 유통지에서 이산화황이 많이 검출되었다는 것은 쉽게 간과해 버릴 수 없는 사실이다.

사용부위별로 살펴보면 뿌리나 근경의 경우 골고루 검출되었으나 과실이나 종자의 경우 잘 검출되지 않거나 검출되더라도 지역에 따른 편차가 큰 것으로 나타났다. 특히 과실을 약용부위로 사용하는 사인, 구기자, 대추의 경우 북경에서 유통되는 한약재에서만 이산화황이 검출되었고 다른 모든 지역에서는 불검출이었다. 북경의 구기자는 앞서 언급한 것처럼 1969 ppm이나 검출되어 건조 과정 시 연탄건조나 유통훈증을 한 것으로 추측된다. 구기자의 경우 2000년 보고된 논문<sup>15)</sup>에서도 수입된 구기자에서 1000 ppm에 가까운 이산화황이 검출되었다는 보고가 있었는데 약탕기로 달인 경우 감소율이 94%로 가장 컸다는 결과도 함께 있었지만 본 연구에서 2000 ppm에 가까운 검출량을 보인 북경의 구기자는 94% 감소하더라도 100 ppm 이상이 잔존할 수 있음을 볼 수 있다.

구기자 등과 같이 건조 과정 시 이산화황이 유입된 것으로 사료되는 한약재들은 검출될 경우 대량 함유된 경우가 많고 의외로 불검출인 지역도 많은 반면 반하 등과 같이 표백목적으로 사용된 것으로 추측되는 한약재들은 상대적으로 이들의 유통지에 관계없이 골고루 이산화황이 검출되었다는 사실을 알 수 있었다.

식품의 경우 마늘, 부추, 파, 양파 등에서 천연적으로 이산화황이 다량 존재한다는 보고가 있으며<sup>16)</sup> 이들은 개별 허용기준을 적용하고 있는데 한약재도 여러 모니터링 결과 잔류이산화황의 개별차가 크게 나타나서 인위적으로 첨가한 것인지 또는 천연적으로 존재하는 것인지를 여부 및 천연 유래 이산화황 존재 함량에 대한 연구는 계속 진행되어 왔다.<sup>11,17)</sup> 그러나 한약재의 경우 천연유래 이산화황의 존재여

**Table II.** Determination of sulfur dioxide in herbal medicines collected in domestic regions (unit : ppm)

	Busan	Kwangju	Bonghwa	Jecheon	Keumsan	Seoul	Chunju	Taeku
Puerariae Radix	ND <sup>1)</sup>	ND	371.46 <sup>2)</sup> ±10.706	ND	ND	ND	140.52 ±7.602	ND
Glycyrrhizae Radix	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Zingiberis Rhizoma	ND	99.64 ±12.708	-	ND	56.22 ±6.908	ND	41.56 ±2.229	217.57 ±12.385
Cassiae Semen	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cinnamomi Ramulus	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Cinnamomi Cortex	18.13 ±2.022**	ND	-	165.40 ±10.554	ND	ND	ND	ND
Agastachis Herba	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Lycii Fructus	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Platycodi Radix	232.12 ±4.317	11.16 ±2.775	-	124.26 ±14.329	126.09 ±12.939	197.77 ±7.684	18.83 ±3.799	244.02 ±15.173
CerviCornu	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Zizyphi Fructus	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Moutan Cortex Radix	987.11 ±72.564	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Saussureae Radix	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Pinelliae Tuber	ND	83.32 ±19.474	ND	106.69 ±11.698	309.69 ±7.64	290.04 ±13.399	73.16 ±5.992	170.83 ±25.434
Paeoniae Radix	36.99 ±2.808	50.48 ±3.054	ND	ND	ND	339.98 ±14.517	ND	36.40 ±9.253
Puerariae Radix	31.20 ±4.49	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Glycyrrhizae Radix	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zingiberis Rhizoma	62.24 ±14.315	ND	-	ND	ND	ND	ND	109.43 ±10.839
Cassiae Semen	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Cinnamomi Ramulus	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cinnamomi Cortex	ND	75.37 ±4.748	ND	ND	ND	418.94 ±16.581	ND	ND
Agastachis Herba	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lycii Fructus	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Platycodi Radix	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cervi Cornu	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
Zizyphi Fructus	53.14 ±16.557	12.28 ±3.027	57.98 ±11.79	ND	ND	ND	ND	ND
Moutan Cortex Radix	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Saussureae Radix	51.78 ±4.63	101.61 ±12.92	-	168.37 ±5.494	ND	145.73 ±11.547	580.87 ±191.313	195.16 ±23.316
Pinelliae Tuber	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Paeoniae Radix	48.46 ±9.632	45.41 ±5.366	ND	ND	ND	71.76 ±1.963	ND	ND

<sup>1)</sup>ND means the calculated values less than 10 ppm<sup>2)</sup>mean±standard deviation of three measurement

**Table III.** Determination of sulfur dioxide in herbal medicines collected in foreign regions (unit : ppm)

	Cheungdu	Xi'an	Beijing	Tokyo	Osaka
Puerariae Radix	1057.62 <sup>2)</sup> ±58.019	349.51±2.031	ND <sup>1)</sup>	ND	ND
Glycyrrhizae Radix	42.48±5.427	ND	ND	ND	ND
Zingiberis Rhizoma	879.63±33.362	84.19±10.895	220.77±21.047	45.49±4.136	454.74±20.575
Cassiae Semen	ND	ND	-	ND	ND
Cinnamomi Ramulus	ND	ND	ND	ND	ND
Cinnamomi Cortex	23.53±2.711	17.25±2.214	ND	ND	31.52±1.234
Agastachis Herba	70.10±19.375	ND	ND	ND	ND
Lycii Fructus	ND	ND	2427.52±258.568	ND	ND
Platycodi Radix	1108.61±146.05	124.30±15.68	1528.41±169.368	ND	ND
Cervi Cornu	-	ND	ND	-	ND
Zizyphi Fructus	ND	ND	20.86±1.047	ND	ND
Moutan Cortex Radix	ND	ND	-	ND	ND
Saussureae Radix	11.63±3.17	343.61±14.546	26.31±1.693	ND	ND
Pinelliae Tuber	12.86±1.284	859.33±56.831	-	171.24±15.693	ND
Paeoniae Radix	1078.86±117.431	1969.13±59.777	651.02±79.239	ND	ND
Puerariae Radix	ND	682.37±31.989	40.72±5.881	ND	ND
Glycyrrhizae Radix	ND	ND	ND	ND	ND
Zingiberis Rhizoma	ND	353.61±13.06	224.38±24.267	ND	13.00±0.73
Cassiae Semen	ND	ND	19.34±3.039	ND	ND
Cinnamomi Ramulus	ND	ND	ND	ND	ND
Cinnamomi Cortex	ND	154.23±11.545	ND	ND	ND
Agastachis Herba	ND	ND	-	ND	ND
Lycii Fructus	ND	ND	-	ND	
Platycodi Radix	ND	ND	ND	ND	ND
Cervi Cornu	ND	ND	ND	ND	26.93±2.1
Zizyphi Fructus	ND	ND	681.85±64.259	ND	ND
Moutan Cortex Radix	ND	208.25±9.107	ND	ND	ND
Saussureae Radix	1221.07±136.782	375.59±31.17	138.59±8.86	837.19±70.034	2808.74±104.832
Pinelliae Tuber	ND	ND	-	ND	ND
Paeoniae Radix	1301.05±59.287	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>ND means the calculated values less than 10 ppm

<sup>2)</sup>mean standard deviation of three measurement

부로 허용기준치를 개별 적용하는 데는 무리가 있다. 다만 건조나 표백의 목적으로 같은 양의 아황산염류를 사용하였더라도 사용부위나 생약 고유의 형태학적 특징에 의해 잔존하고 있는 이산화황의 양에 차이가 있는 것으로 사료된다. 또한 생산지역이나 사용부위에 따라 건조하는데 소요되는 시간이 다르므로 유통환경에 노출된 시간의 차이에 따라 개별 차이가 생길 수 있어 지역간 종류별로 잔류이산화황의 양에 차이가 나타나는 것으로 생각된다.

Fig. 3은 이산화황 검출량 백분율 분포도를 나타낸 것으로 총 30종 368품목 중 불검출은 283품목(76.9%), 100 ppm

이하는 36품목(9.8%), 100~500 ppm은 32품목(8.7%)으로 나타났다. 500~1000 ppm은 8품목(2.2%), 1000 ppm 이상은 9품목(2.4%)으로 2000 ppm을 초과하는 경우도 2품목이나 있었다.

## 결 론

국내, 중국 및 일본 유통 한약재 30종 368품목을 대상으로 잔류이산화황에 대한 모니터링을 수행한 결과 283품목이 불검출이었고, 최대 검출량이 2,808 ppm이었으며, 500

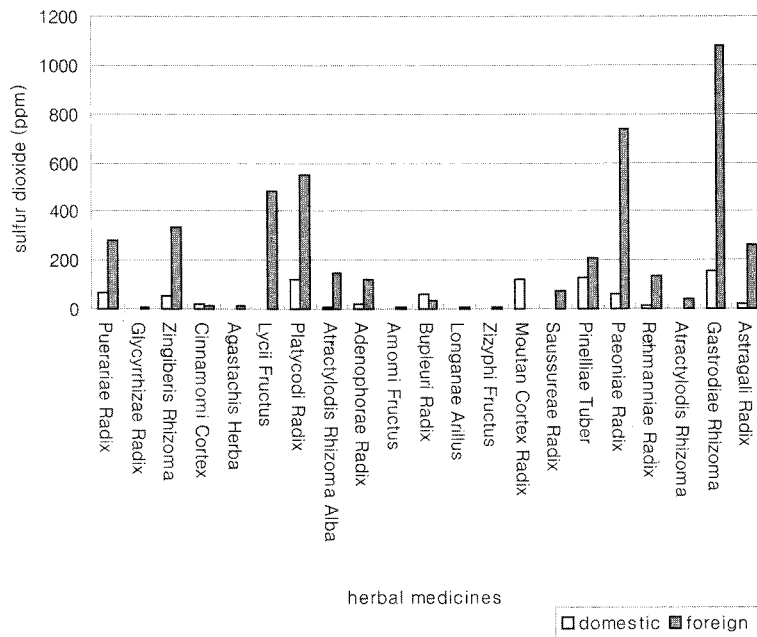


Fig. 2. Comparison of sulfur dioxide contents in herbal medicines collected in domestic and foreign regions.

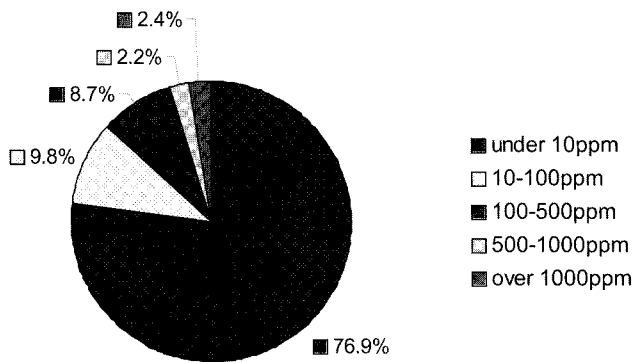


Fig. 3. Distribution of sulfur dioxide contents in herbal medicines by modified M.W method.

ppm을 초과하는 품목도 17품목(4.6%)으로 나타났다.

본 연구에 선정된 시료 전 품목 중 약 23%가 이산화황이 검출되었으며, 그 검출된 양도 식품 등에서 적용되는 기준보다 훨씬 많았다. 한약재는 일반적으로 탕제로 가공하여 복용하므로 가열시 이산화황 잔류량이 감소되나 이산화황 잔류량이 많은 한약재의 경우 탕제로 가공되면서 이산화황이 모두 소실되지 않는 것으로 알려진 바,<sup>15)</sup> 유통되는 한약재의 안전성 확립이 절실히 요구되고 있다.

유통지역별로 이산화황 검출비율을 볼 때 중국의 성도, 서안, 북경에서 수거된 한약재에 대한 이산화황 검출비율은 모두 35%를 넘어서는 등 매우 높게 나타났다. 특히 자연 건조 시 소모되는 시간과 열풍 건조 시 소모되는 비용을 절약하기 위해 대부분의 한약재가 연탄건조에 의존하고 있는 현실을 생각한다면 잔류 이산화황에 대한 허용기준 설정이 시

급한 실정이다. 이를 위해서는 개별 한약재에 대한 지속적인 모니터링 및 품질관리가 필요할 것으로 사료된다.

### 인용문헌

1. Cho, J. H., Kim, D. H., Seong, R. S., Oh, M. H., Kang, I. H., Shim, Y. H., Kim, E. K., Cho, C. H., Ji, S. K., Lee, C. K., Song, Y. S., Oh, J. S., Won, D. H., Myung, S. W., and Kim, N. J. (2000) Studies on Monitoring Hazardous substances of Natural Medicines. *Annual Report of KFDA*. **4**: 567-582.
2. Talor, S. L., Higley, N. A., and Bush, R. K. (1986) Sulfites in Foods. *Advances in Food Research*. **30**: 1.
3. KFDA(2002) Korean Food Code(a separate volume), 561. Mun-youngsa, Seoul.
4. KFDA(2002) Korean Food Ingredient Code, 90, 103, 142, 239, 363, 502. Munyoungsa, Seoul.
5. Anderson, C., Warner, C. R., Daniels, D. H., and Padgett, K. L. (1986) Ion Chromatographic Determination of Sulfites in Foods. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **69**: 14-19.
6. Kim, H. J., Kim, Y. K., and Smith, M. (1988) Sulfite Analysis by Ion Exclusion Chromatography, Applications to the Food and Beverage Industries. *Food Technol.* **44**: 113-116.
7. Kim, H. J. (1990) Determination of Sulfite in Foods and Beverages by Ion Exclusion Chromatography with Electrochemical Detection, Collaborative Study. *J. Asso. Off. Anal. Chem.* **73**: 216-222.
8. Kim, M. H. and Park, S. B. (1989) Determination of Natural Contents of Total Sulfites in Fruits and Vegetables by Ion Chromatography, *Korean J. Food Sci. Technol.* **21**: 218-223.
9. Cooper, P. L., Marshall, M. R., Gregory III, J. F., and Otwell,

- W. S. (1986) Ion Chromatography for Determination Residual Sulfite on Shrimp. *J. Food Sci.* **51**: 924-927.
10. Kim, H. J. Conca, K. R., and Richardson, M. J. (1990) Determination of Sulfur Dioxide in Grapes, Comparison of the Monier-Williams Method and Two Ion Exclusion Chromatographic Methods. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **73**: 983-989.
  11. Kang, K. J., Oh, G. S., Cho, J. H., Kim, H. I., Choi, Y. H., Kim, Y. J., Park, S. L., Ko, K. H., Jeoung, J. H., and Chung, Y. C. (1999) Naturally occurring of sulfur dioxide and improvement of its determination method in medical herbs (crude drug materials). *Annual Report of KFDA* **3**: 313-326.
  12. Kim, H. Y., Lee, Y. J., Hong, K. H., Kwon, Y. K., Ko, H. S., Lee, Y. K., and Lee, C. W. (2000) Studies on the Contents of Naturally Occurring of Sulfite in Foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**: 544-549.
  13. Lee, M. S., Hwang, I. S., Cho, H. J., Han, S. Y., Choi, B. H., Bae, C. H., and Kim, M. H. (1999) A Study on Sulfites in Herb Drugs. *Report of S.I.H.E.* **35**: 74-79.
  14. Lee, M. S., Hwang, I. S., Lee, C. S., Choi, B. H., and Kim, M. H. (2000) Determination of Sulfites in crude drugs. *Report of S.I.H.E.* **36**: 56-61.
  15. Kim, C. M., Song, B. J., and Na, H. S. (2000) Determination of Sulfite Contents in Medicinal Herbs. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**: 375-379.
  16. Lee, H. J., Kwak, H. S., Sho, Y. S., Sung, J. H., Choi, J. D., Choi, S. H., Choi, J. H., Kim, I., Kim, K. S., Lee, S. K., Choi, J. H., Lee, J. Y., Lee, J. Y., Whang, A. R., Lee, Y. S., Chae, E. O., and Chae, K. Y. (2002) Monitoring of naturally present and intentionally added sulfites in fresh foods. *Annual Report of KFDA.* **6**: 539-545.
  17. Kang, K. J., Oh, G. S., Kim H. I., Chor, Y. H., Kim, Y. J., and Chung, Y. C. (2001) Naturally Occurring of Sulfur Dioxide in Medicinal Herbs (Crude Drug Materials) and Its Origin. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**: 514-520.

(2004년 4월 26일 접수)