

국내 유통 한약재의 잔류이산화황 함량 모니터링

이아름 · 장설 · 김태희 · 이아영 · 최고야 · 김호경[†]

한국한의학연구원 한약자원그룹

Monitoring of Residual Sulfur Dioxide in Herbal Medicines Distributed at Domestic

Ah Reum Lee, Seol Jang, Tae Hee Kim, A Yeong Lee, Goya Choi and Ho Kyoung Kim[†]

Herbal Resources Group, Korea Institute of Oriental Medicine, Daejeon 305-811, Korea.

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the residual contents of sulfur dioxide (SO₂) in commercial medicinal herbs in Korea in 2012. Among a total of 136 samples of 16 different kinds of herbs, 86 samples (15 Kinds) were domestic, and 50 samples (14 Kinds) were imported. Sulfur dioxide in the samples was measured by a modified Monier-Williams method. Of the 136 samples, 17 samples (12.5%, 6 Kinds) failed to meet the regulations for sulfur dioxide residues of KFDA in medicinal herbs. Among 17 unsuitable samples, 7 samples (8.1%, 3 Kinds) were domestic, and 10 samples (20.0%, 6 Kinds) were imported. The highest amount of sulfur dioxide residues was 3,167.94 mg/kg (*Lycii Fructus*) in the domestic samples. The detection frequency of sulfur dioxide by medicinal herb parts used, Rhizoma 25.7%, Flos 20.0%, Cortex 12.5%, Radix 15.3%, Fructus 7.6%, p-value 0.011. This results will be used as a basic data for the future legislation on the quality estimation and safety of medicinal herbs.

Key Words : Herbal Medicine, Sulfur Dioxide, Modified Monier-Williams Method, Monitoring

서 언

최근 전 세계적으로 서양의학의 한계를 극복할 대체의학으로 한의학에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이며, 한약재의 소비증가는 높아진 의식수준과 더불어 유통 한약재들의 품질 관리에 국민들의 관심이 증대되고 있다 (Yim *et al.*, 2009). 특히 한약재는 각종 동식물성 약재 및 광물성 등의 천연원료를 약용으로 사용함에 따라 수분이나 보관온도, 미생물이나 충해 등으로 쉽게 오염될 가능성이 많으며 이를 막기 위한 수단으로 인체에 유해한 화학물질 등이 사용되기도 한다 (Heo *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2004). 한약재의 수요가 증가하면서 유통 한약재는 주로 수입품에 의존하고 있는 실정이며, 한약재의 불명확한 수확, 수집, 가공, 운반 등의 과정에서 발생하는 오염에 대한 안전성이 사회적 문제로 대두되고 (Jang *et al.*, 2012), 한약재에서 농약 및 카드뮴 등 유해물질이 검출돼 논란이 되풀이되고 식품용으로 수입된 생약이 한약재로 둔갑하거나 불량·부적합한 한약재 등이 일선 한의원 등에서 유통된다는 언론의 보도에 국내 한의계 의료시장의 위축에 우려를 가지고 있다 (Seo *et al.*, 2009).

통된다

한약재의 장기간 보존과 절단면의 갈변을 방지하고 색을 희게 유지하여 외관 품질을 향상시키고 빠른 건조를 위해 유향훈증, 연탄건조 등의 방법이 사용되고 있는데, 이때 발생하는 아황산가스 (SO₂ (g))는 무색으로 자극성 있는 냄새를 가지고 있다 (Oh *et al.*, 2007). 아황산염류는 환원력이 매우 강한 아황산을 만들어 이것이 황산으로 산화될 때 착색물을 환원시켜 강한 표백작용을 하고, Ascorbate oxidase의 활성을 억제하여 항산화 작용을 나타내며 또한 효소에 의한 갈색반응을 촉진하는 Polyphenoloxidase의 저해제로 작용하여 갈변현상을 억제하는 것으로 알려져 있다 (Jung *et al.*, 2011). 아황산염류는 생체 내에서 빠르게 산화되어 황산염 (M¹₂SO₄)으로 된 후, 아황산으로 유리되는데 이는 위장을 쉽게 자극하여 건강 상 좋지 않은 영향을 미치며, 특히 아황산 성분에 민감한 일반인 및 천식 환자에게 기관지 수축, 두통, 복통, 구토, 현기증, 발진 등의 과민성 반응 증상을 일으킬 수 있다고 보고

[†]Corresponding author: (Phone) +82-42-868-9502 (E-mail) hkkim@kiom.re.kr

Received 2013 January 24 / 1st Revised 2013 February 11 / 2nd Revised 2013 March 1 / 3th Revised March 15 / Accepted 2013 Revised April 1

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되고 있다 (Kang *et al.*, 2011).

Food and Agriculture Organization (FAO)/World Health Organization (WHO)에서는 인체에 치명적인 영향을 줄 수 있어 아황산염류의 1일 섭취허용량을 이산화황 (SO₂)으로서 0.7 mg/kg 이하로 제한하였고, 미국 Generally Recognized As Safe (GRAS)는 아황산염 (M¹₂SO₃)을 10 mg/kg 이상 함유된 식품의 경우는 잔류량을 표시하도록 의무화하고 있다 (Kim *et al.*, 2003). 식품의약품안전청에서는 2005년 생약의 안전성을 확보하기 위해 ‘생약의 잔류이산화황 검사기준 및 시험방법’을 제정 고시하여 (KFDA Notification No. 2005-44, 2005) 한약재 206품목에 대하여 천연유래 이산화황 함량과 유통되는 한약재의 모니터링 결과를 통해 30 ~ 1,500 mg/kg 으로 그 양을 제한하기 시작하였고, 2009년 1월 8일부터 보다 강화된 ‘생약의 잔류이산화황 검사기준 및 시험방법 개정’에 의하여 단계별로 설정되어 있는 생약의 이산화황 검사기준으로 인해 생기는 불량 한약재의 유통 문제 (Jung *et al.*, 2011)와 대상품목을 확대하여 생약의 안전성을 확보하기 위해 265품목에 대한 기준을 식품과 같은 30 mg/kg 으로 통일하여 시행하고 있다 (KFDA Notification No. 2009-35, 2009).

이산화황 함유량에 대한 연구는 한약재의 자연함유량에 관한 연구보고 (Kang *et al.*, 2001; Lee, 2005)와 건조방법에 따른 이산화황 잔류량 (Oh *et al.*, 2007)과 잔류이산화황 실태 조사에 대한 연구 (Han *et al.*, 2008; Sin *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2010)가 보고되었지만, 현재 우리나라에서는 건강 증진을 위한 한약재의 사용이 증가하고 있으므로 지속적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 한약재의 품목별, 원산지별, 사용부위별로 이산화황의 검출량에 대한 편차가 크기 때문에 체계적인 모니터링이 필요하므로 국내에서 생산되거나 수입되어 유통되는 한약재의 이산화황 잔류량을 조사하여 한약재의 안전성을 확보하고 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

2012년 8월부터 10월까지 전국에 유통되고 있는 국내산 및 수입산 다빈도 한약재 (Lee, 2006; Sin *et al.*, 2007) 중 식품의약품안전청에서 발행한 한약재진위감별도감과 한약재감별주해 (Jung *et al.*, 2011)의 한약재 약용부위에 따라 분류하여 16품목 136건을 대상으로 원산지가 명시되어 있는 건조 한약재를 구입하였다 (Table 1). 136건 한약재는 한국한의학연구원 최고야 박사님으로부터 기원의 진위와 품질상태를 검증받고 Mixer (HMF-3000s, Hanil, Korea)로 분쇄한 후 50 mesh의 체로 쳐서 기밀용기에 보관하여 사용하였다.

Table 1. The list of commercial medical herbs used in this study.

Class	Name of herbal medicines	Number of samples	
		Domestic	Imported
Cortex (껍질류)	Eucommiae Cortex (두충)	8	*
	Moutan Cortex Radicis (목단피)	3	3
	Acanthopanax Cortex (오가피)	5	5
Flos (꽃류)	Chrysanthemi Flos (감국)	6	4
	Lonicerae Flos (금은화)	5	5
	Carthami Flos (홍화)	-	5
Fructus (과실류)	Lycii Fructus (구기자)	6	3
	Chaenomelis Fructus (목과)	7	-
	Rubi Fructus (복분자)	6	4
Radix (뿌리류)	Glycyrrhizae Radix (감초)	5	5
	Angelicae Gigantis Radix (당귀)	6	2
	Astragali Radix (황기)	6	2
Rhizoma (근경류)	Dioscoreae Rhizoma (산약)	7	3
	Acori Gramineri Rhizoma (석창포)	5	4
	Cnidii Rhizoma (천궁)	6	2
	Gastrodiae Rhizoma (천마)	5	3
Total		86	50

*Herbal medicine is not collected.

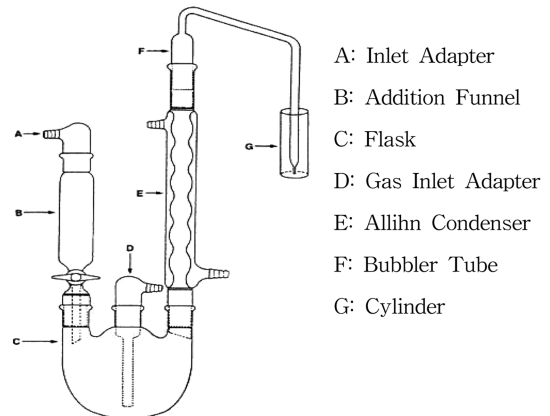


Fig. 1. Apparatus for optimized Monier-Williams method. (KFDA Notification No. 2011-42, 2011).

2. 시약 및 기기

이산화황 분석을 위해 Hydrogen peroxide (H₂O₂, Duksan Chemicals, Korea), Hydrochloric acid (HCl, Samchun chemicals, Korea), Ethyl alcohol (C₂H₆O, Burdick & Jackson, USA)는 특급제품을 회색하여 사용하였다. 적정에는 Methyl red (C₁₅H₁₅N₃O₂, Junsei chemical, Japan), 0.01 N Sodium hydroxide (NaOH, Samchun chemicals, Korea)를, 회수율 검증을 위해 Sodium sulfite, anhydrous 95.0% (Na₂SO₃, Samchun chemicals, Korea)를 사용하였다. 이산화황 분석을 위해 Kontes사 (USA)의 모니어-윌리엄스 (Monier-Williams) 증

류장치를 사용하였다 (Fig. 1).

3. 실험방법

한약재 중 이산화황 분석은 식품의약품안전청 고시법에 따라 (KFDA Notification No. 2011-42, 2011) Monier-Williams 변법에 준하여 정량하였으며, 이는 식품 중의 아황산 (H₂SO₃), 차아황산 (H₂S₂O₄) 및 그 염류 등을 산성 상태에서 증류하여 과산화수소 용액으로 포집하고, 생성된 황산을 알칼리로 적정하여 정량하는 방법이다. 모니어-윌리엄스 증류장치 (Fig. 1), 플라스크 (C)에 증류수 400 mL 넣고 분액깔때기 (B)에 코크를 잠근 채 4 N 염산용액 90 mL를 넣어두었다. 냉각관 (E)에는 물을 공급하고 질소가스를 가스 주입관 (D)을 통하여 0.21 L/min의 속도로 주입하면서 15분 동안 예열한다. 이어서 시료 50 g에 5% 에탄올 100 mL와 분액여두를 통해 4 N 염산 90 mL를 플라스크에 넣은 후 1시간 45분 동안 가열하여 메틸레드 지시약이 첨가된 3% 과산화수소용액 30 mL를 넣은 수기에 포집한 후, 이 용액을 0.01 N 수산화나트륨용액으로 황색이 될 때까지 적정하여 아래 식에 의하여 이산화황의 양을 계산하였다. 각 실험치는 각각의 시료를 3회 반복하여 얻은 값을 평균값으로 하여 산출하였다.

$$\text{시료 중 이산화황의 농도 (mg/kg)} = \frac{320 \times V \times f}{S}$$

V : 0.01 N 수산화나트륨의 소비량 (mL)
 (0.01 N NaOH 1 mL = 320 μ g SO₂)
 f : 0.01 N 수산화나트륨의 역가
 S : 검체 채취량 (g)

4. 회수율

표준품 아황산나트륨으로 30 mg/kg, 100 mg/kg, 200 mg/kg이 되도록 표준용액을 조제하여 아황산염이 검출되지 않은 시료 50 g과 함께 실험하여 평균 89.3%의 결과를 얻었다 (Table 2).

5. 통계처리

통계분석은 Minitab 16 (Minitab Inc., Pennsylvania, USA)을 이용하였고, 원산지 간의 유의성은 독립표본 t-test로 분석하였으며, 약용부위와 약재별 함량은 일원분산 분석과 사후 검정은 Tukey법을 실시하였다.

Table 2. Recoveries of sulfur dioxide in commercial herbal medicines.

Added SO ₂ (mg/kg)	Found SO ₂ (mg/kg)	Recovery (%)
30	25.2 ± 1.8	84.0 ± 6.1*
100	89.7 ± 2.9	89.7 ± 2.9
200	188.3 ± 4.1	94.2 ± 2.1

*Data are expressed as mean ± S.D. (n = 5).

결과 및 고찰

1. 원산지 및 품목별 이산화황 잔류량

국내 유통한약재 16종 136품목에 대한 이산화황 잔류량은 Table 3에 나타내었다. 국내산 한약재 중 잔류이산화황 검출 평균은 구기자 (527.99 ± 1,293.31 mg/kg)가 6개 중 1개 시료에서 검출되었지만 그 1개에서의 함량이 다른 시료와 비교해서 가장 높았고, 산약 (44.13 ± 32.17 mg/kg), 금은화 (7.13 ± 15.95 mg/kg)의 순으로 검출 평균이 높았으며 오가피와 황기는 10 mg/kg 이하로 검출되었고, 감국, 감초, 당귀, 두충, 목과, 목단피, 복분자, 석창포, 천궁, 천마, 홍화는 검출되지 않았다. 수입산 한약재의 잔류이산화황은 구기자 (694.04 ± 1,202.11 mg/kg)가 가장 높았고, 목단피 (275.41 ± 469.23 mg/kg), 당귀 (241.74 ± 54.24 mg/kg), 천마 (75.89 ± 131.45 mg/kg), 금은화 (35.30 ± 36.90 mg/kg), 산약 (28.67 ± 26.53 mg/kg)의 순으로 검출 평균이 높았으며 홍화, 황기는 10 mg/kg 이하로 검출되었고, 감국, 감초, 두충, 목과, 복분자, 석창포, 오가피, 천궁은 검출되지 않았다. 유통한약재의 잔류 이산화황 함량을 국내산과 수입산으로 살펴본 결과, 국내산 한약재는 86건 중 10건 (11.6%), 평균양은 40.90 ± 340.50 mg/kg, 수입산 한약재는 50건 중 13건 (26.0%), 평균양은 77.82 ± 314.23 mg/kg 이었고 t-test결과 p-value는 0.376으로 유의하지 않았다. 당귀의 경우 국내산 6건은 모두 이산화황이 검출되지 않았으나, 수입산 2건은 각각 203.38 mg/kg, 280.10 mg/kg의 이산화황이 검출되어 특히 수입산 당귀에 많은 잔류이산화황 함량을 확인할 수 있었다.

한약재 품목별로 나타난 결과를 살펴보면 (Table 3), 검출 평균은 구기자 (583.34 ± 1,153.44 mg/kg)가 가장 높았고, 목단피 (137.71 ± 317.42 mg/kg), 당귀 (60.43 ± 109.91 mg/kg), 산약 (39.49 ± 29.24 mg/kg), 천마 (28.46 ± 77.77 mg/kg), 금은화 (21.22 ± 29.82 mg/kg)의 순으로 잔류이산화황 검출 평균이 높았으며 오가피, 홍화, 황기는 10 mg/kg 이하로 검출되었고 감국, 감초, 두충, 목과, 복분자, 석창포, 천궁은 검출되지 않았다. 품목별 t-test 결과 p-value는 0.001 이하였고 Tukey 검정결과, 구기자를 제외한 모든 품목은 같은 문자를 공유하여 구기자와 나머지 품목은 유의하게 서로 다르게 나타났다.

이산화황 잔류량이 높은 구기자의 경우 Kim (2007) 등의 연구에서 30 mg/kg을 초과한 검체수 14건 중 1,500 mg/kg 이상의 높은 함량으로 검출된 검체수가 6건이었으며, Han (2008) 등의 연구에서는 구기자 8건의 평균 잔류량이 408.1 mg/kg인 것으로 보고되었다. 하지만 Jung (2011) 등에서 구기자 8건의 평균 잔류량은 5.7 mg/kg, 검출범위는 2.810.3 mg/kg으로 나타나 잔류량이 상당한 폭으로 감소한 것을 확인할 수 있다고 보고되었으나 본 연구에서는 구기자 총 9건 중 7건은 검출되지 않았으나, 나머지 2건의 검출량이 3,167.94 mg/kg와 2,082.11 mg/kg로, 허용기준 30 mg/kg의 약

Table 3. Result of detection of sulfur dioxide residue according to the nation.

Herbal medicines	Domestic			Imported		Total
	n*	n**	Mean ± S.D. (mg/kg)	n*	n**	Mean ± S.D. (mg/kg)
Acanthopanax Cortex	5	1	0.45 ± 0.90	5	0	0.18 ± 0.56 ^b
Acori Gramineri Rhizoma	5	0		4	0	N.D. ^b
Angelicae Gigantis Radix	6	0		2	2	241.74 ± 54.24
Astragali Radix	6	1	0.51 ± 1.24	2	1	2.84 ± 4.02
Carthami Flos	***	-		5	1	0.69 ± 1.54
Chaenomelis Fructus	7	0		-	-	N.D. ^b
Chrysanthemi Flos	6	0		4	0	N.D. ^b
Cnidii Rhizoma	6	0		2	0	N.D. ^b
Dioscoreae Rhizoma	7	6	44.13 ± 32.17	3	2	28.67 ± 26.53
Eucommiae Cortex	8	0		-	-	N.D. ^b
Gastrodiae Rhizoma	5	0		3	1	75.89 ± 131.45
Glycyrrhizae Radix	5	0		5	0	N.D. ^b
Lonicerae Flos	5	1	7.13 ± 15.95	5	3	35.30 ± 36.90
Lycii Fructus	6	1	527.99 ± 1293.31	3	1	694.04 ± 1202.11
Moutan Cortex Radicis	3	0		3	2	275.41 ± 469.23
Rubi Fructus	6	0		4	0	N.D. ^b
mean ± S.D.			40.90 ± 340.50			77.82 ± 314.23
P-value				0.376		< 0.001
F-value						4.02

*Number of collected samples.

**Number of herbal medicines detected sulfur dioxide.

***Herbal medicine is not collected.

^{a, b}; Post-hoc by Tukey.

Table 4. Comparison of sulfur dioxide residues by part used.

	Mean(mg/kg)	S.D.	F-value	P-value
Fructus ^a	201.92	722.49		
Cortex ^{ab}	34.50	164.94		
Radix ^b	18.93	65.84	3.34	0.011
Rhizoma ^b	17.79	43.23		
Flos ^b	10.61	23.42		

^{a, b}; Post-hoc by Tukey.

100배 정도로 나타났다. 한약재의 건조방법에 따른 이산화황 잔류량 (Oh *et al.*, 2007)에 따르면, 구기자의 천연 유래 이산화황 양은 10 mg/kg 이하로 분석 오차 이내 수준으로 검출되었고 오븐에서 건조하면 잔류 이산화황이 검출되지 않았다. 그러나 연탄건조 후 많은 이산화황이 검출된 것은 구기자에 함유된 수분의 양이 연탄 건조 후 잔류 이산화황과의 상관관계가 있음을 나타내므로 수분 함량이 높은 한약재는 건조 과정에 더욱더 지속적인 관리 감독의 필요성이 있다.

2. 약용부위별 잔류량과 이산화황 검출량 백분율

유통되고 있는 국산 및 수입한약재 136종에 대한 약용부위별 잔류이산화황 함량을 분석한 결과를 살펴보면 (Table. 4), 검출

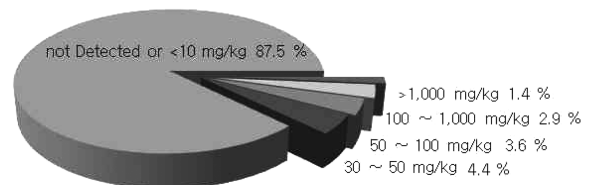


Fig. 2. Average amount of sulfur dioxide residue by external morphology.

빈도와 검출범위는 근경류 (35건) 25.7% (5.88 ~ 227.68 mg/kg), 꽃류 (25건) 20.0% (3.45 ~ 88.20 mg/kg), 껍질류 (24건) 12.5% (1.08 ~ 817.21 mg/kg), 뿌리류 (26건) 15.3% (3.03 ~ 280.10 mg/kg), 과실류 (26건) 7.6% (2,082.11 ~ 3,167.94 mg/kg)로 나타났다. 검출된 평균양은 과실류 201.92 mg/kg, 껍질류 34.50 mg/kg, 뿌리류 18.93 mg/kg, 근경류 17.79 mg/kg, 꽃류 10.61 mg/kg 순으로 높게 나타났고, 이 결과는 약용부위별 분류에 의한 잔류이산화황 평균 잔류양이 과실류, 뿌리류, 껍질류, 근경류, 꽃류 순으로 보고된 Kim (2003) 등과 유사한 결과를 나타내었다. 일원분석결과, p-value는 0.011로 유의하게 나타났다.

측정된 잔류이산화황의 함량에 대한 분포를 보면, 감국 외 119건 (87.5%)은 잔류이산화황이 전혀 검출되지 않거나 잔류이산화황이 10 mg/kg 이하로 나타났고, 이산화황이 검출된 한약재

Table 5. Result of detection of sulfur dioxide residues of domestic vs. imported samples.

	No. of samples	No. of detected (> 30 mg/kg)	Detection Frequency (%)	Average amount of detected (mg/kg)
Domestic	86	7	8.1	351.73
Imported	50	10	20.0	299.32

는 17건 (12.5%)으로 평균량은 322.11 ± 764.59 mg/kg이었다. 이들의 검출범위는 금은화 외 5건 (4.4%)은 30~50 mg/kg, 산약 외 4건 (3.6%)은 50~100 mg/kg, 당귀 외 3건 (2.9%)은 100~1,000 mg/kg, 구기자 2건 (1.4%)은 1,000 mg/kg 초과로 검출되었고, Fig. 2는 잔류이산화황 검출량 백분율 분포도를 나타내었다.

3. 이산화황 허용기준 초과실태

136건의 한약재 중 114건 (83.0%)은 전혀 검출되지 않았고 5건 (3.6%)은 10 mg/kg 이하의 함유량을 나타냈으며, 17건 (12.5%)은 한약재 이산화황 잔류 허용기준 30 mg/kg을 초과하였다. 본 연구에서 잔류이산화황 함유량이 30 mg/kg을 초과하는 검출율이 12.5%로 나타난 것은 Sin (2007) 등이 보고한 222건 중 74건 (33.3%)과, Yoon (2010) 등에서 1,821건 중 281건 (15.4%)과 비교하였을 때 다소 낮은 결과로 이는 한약재의 기준이 폭넓게 제정되어 강화된 품질 검사에 의한 것으로 판단된다.

이산화황 잔류 허용기준 30 mg/kg에 근거한 원산지별 이산화황 함유량 결과를 Table 5에 나타내었고, 수입산 한약재 50건 중 10건 (20.0%)이 국내산 한약재 86건 중 7건 (8.1%)보다 높은 부적합 율을 보여 수입 통관시 보다 강화된 검사가 요구되어진다. 약용부위 중에서는 근경류 35건 중 7건이 30 mg/kg을 초과하여 가장 높은 부적합 율을 보였고, 한약재별로 살펴봤을 때 부적합 율이 가장 높게 나타난 산약 (70.0%)과 검출빈도는 낮으나 잔류이산화황 검출 평균이 높은 구기자 (2,625.02 mg/kg), 목단피 (413.12 mg/kg), 당귀 (241.74 mg/kg), 천마 (227.68 mg/kg) 등의 약재는 건조나 표백의 목적으로 같은 양의 아황산염류를 사용하였다더라도 사용부위나 생약 고유의 형태학적 특징에 따라 이산화황 잔류량의 큰 차이가 나기 때문에 (Sin *et al.*, 2004) 건조 및 보관방법 등에 보다 표준화 작업이 이루어 질수 있도록 관리가 필요하다.

본 연구를 통해 이산화황 허용기준을 초과하는 부적합 율은 다소 낮아지고 있지만 이산화황 허용기준을 초과하는 한약재들 중 일부 한약재에서는 잔류이산화황 함량이 높게 나타났다. 이산화황 잔류량이 가장 높게 나타난 구기자의 경우 일 평균 최대섭취량을 20.0 g으로 추정했을 때 (Lee, 2006), 이산화황의 양은 63.3 mg에 이르며 이산화황의 1일 섭취허용량 0.7 mg/kg을 고려할 때 체중 60 kg의 성인이 하루에 섭취할 수 있는

최대량을 넘어서는 수준이다. 이산화황은 대기오염, 식품 등을 통해서도 노출 가능하므로 이산화황에 민감한 집단에는 매우 심각한 건강 위해를 초래 할 수도 있어 유통되는 한약재의 안전성 확립이 절실히 필요하므로 유통 한약재에 대한 지속적인 모니터링을 통한 충분한 기초자료의 축적과 더불어 실제 사용되어진 아황산 염류를 선택적으로 정성정량할 수 있는 분석법의 개발과 적용이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 전통의학 소재자원 관리 시스템 구축 (K12232) 및 한의본초 활용기반 구축사업 (K12020)의 지원에 의해 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Han CH, Kim DG, Kwak JE, Han EJ, Jung SJ, Kim BS, Cho TH, Yoon YT, Park AS, Kim EJ, Jung SS, Lee JA, Cho SJ, Choi BH and Kim MY. (2008). Analysis of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs. Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment Report. 44:99-125.
- Heo SK, Cha YY, Kim EG, Cho WH, Lee H, Baik TH, Seo HS, Park HS, Kim BW, Kwon KR, Lee SG, Yoo JS, Sohn YJ, Sun SH, Kang HC and Seo YC. (2008). Determination of heavy metals, sulfur dioxide and residual pesticides in oriental medical materials at Sangji university oriental medical hospital. Korean Journal of Oriental Physiology and Pathology. 22:948-953.
- Jang S, Kim TH, Lee AR, Lee AY, Choi GY and Kim HK. (2012). Monitoring of heavy metal contents in commercial herbal medicines. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:434-439.
- Jung SJ, Lee SD, Kim SJ, Jo SA, Kim NH, Jung HJ, Kim HS and Han KY. (2011). Monitoring of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs in Seoul(2010). Journal of Food Hygiene and Safety. 26:435-447.
- Kang IS, Lee HH, Seo JM, Oh MS, Jeong JH, YU YA, Cho BS, Seo KW, Kim ES and Moon YW. (2011). A survey on safety of commercial fruit teas in Gwangju area. Journal of Food Hygiene and Safety. 26:100-106.
- Kang KJ, Oh GS, Kim HI, Choi YH, Kim YJ and Chung YC. (2001). Naturally occurring of sulfur dioxide in medicinal herbs(crude drug materials) and its origin. Korean Journal of Food Science and Technology. 33:514-520.
- Kim BS, Park AS, Han CH, Kim DG, Shin Y, Kwak JE, Han EJ, Jung SJ, Hwang YS, Kim EJ, Jeang SS, Cho SJ, Choi BH and Kim MY. (2007). Monitoring of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs. Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment Report. 43:208-225.
- Kim HS, Hong YJ, Park WH, Yu IS, Lee CY and Kang HG. (2003). Survey of sulfur dioxide residues in commercial herbal

- medicines. Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment Report. 39:19-30.
- Kim MK, Hur MH, Lee CH, Jin JS, Jin SK and Lee YJ.** (2004). Monitoring of residual sulfur dioxide in herbal medicines. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 35:276-282.
- Korea Food & Drug Administration(KFDA).** (2005). KFDA Notification No. 2005-44.
- Korea Food & Drug Administration(KFDA).** (2009). KFDA Notification No. 2009-35.
- Korea Food & Drug Administration(KFDA).** (2011). KFDA Notification No. 2011-42.
- Lee HG.** (2005). Examination of natural sulfur dioxide in chinese herbal medicines. A KFDA Research Paper. p.42.
- Lee HH, Seo JM, Oh MS, Gang IS, Park JJ, Seo KW, Ha DR and Kim ES.** (2010). A survey on harmful materials of commercial medical herb in Gwangju area. *Journal of Food Hygiene and Safety*. 25:83-90.
- Lee JT.** (2006). Research on intake of chinese medicine by Korea. A KFDA Reserch Paper. p.16-22, p.102-105.
- Oh CH, Seo DW, Yook CS, Lee YJ, Chang SY, Ze KR, Park JY, Lee JP, Seong RS, Park JY, Ko SK and Lee PJ.** (2007). The variation of residual sulfur dioxide and marker components of herbal medicines during drying process. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 38:299-304.
- Seo CS, Huang DS, Lee JK, Ha HK, Chun JM, Um YR, Jang S and Shin HK.** (2009). Concentration of heavy metals, residual pesticides and sulfur dioxide of before/after a decoction. *Korean Journal of Herbology*. 24:111-119.
- Sin YM, Cho TY, Lee KS, Kim SH, Park HJ, Leem DG, Lee CH, Kim WS, Chae KR, Lee YJ and Choi SY.** (2004). Studies on the contents of occuring sulfur dioxide in herbal medicines distributed at market. *Journal of the Environmental Sciences*. 13:1109-1115.
- Sin YM, Kim JI, Kim WS, Park KS, Kim JM, Chae KR, Cho DH, Kim DB and Kim OH.** (2007). Studies on the residual contents of sulfur dioxide in herbal medicines distributed at domestic. *Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology*. 21:1039-1044.
- Yim OK, Han EJ, Chung JY, Park KS, Kang IH, Kang SJ and Kim YJ.** (2009). The monitoring of some heavy metals in oriental herbal medicines and their intake rates. *Analytical Science & Technology*. 22:128-135.
- Yoon YT, Lee SD, Park AS, Shin Y, Kim HS, Kim YK and Choi BH.** (2010). Analysis of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs in Seoul(2009). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:345-360.