

## 식품중 천연유래 이산화황 함유량에 관한 연구

김희연 · 이영자 · 홍기형 · 권용관 · 고현숙 · 이영경 · 이철원  
식품의약품안전청 천연첨가물과

### Studies on the Contents of Naturally Occurring of Sulfite in Foods

Hee-Yun Kim, Young-Ja Lee, Ki-Hyoung Hong, Yong-Kwan Kwon,  
Hyun-Sook Ko, Young-Kyong Lee and Chul-Won Lee  
Division of Natural Food Additives, Korea Food and Drug Administration

#### Abstract

This study was performed to compare optimum analytical method for the contents of naturally occurring sulfur dioxide in foods and to investigate the contents of sulfur dioxide in foods in order to provide a fundamental data when distinguish between added and naturally occurring sulfur dioxide. The determination of the contents of sulfur dioxide in foods from the 20 kinds, 180 cases of samples has been analyzed by the optimized Monier-Williams method, modified Rankine method and Acid Distillation/Ion Chromatography. As a result of the study, the contents of naturally occurring sulfur dioxide in foods by the optimized Monier-Williams method showed from 1.02 to 43.87 ppm and highly content of 43.87, 15.37, 11.50, 11.21 and 10.60ppm were observed in garlic, platycodon, green onion, cabbage and onion, the others were less than 10.00ppm. The sulfur dioxide contents in green onion and garlic by modified Rankine method were showed to be 2.87 and 6.14ppm, respectively, the others were detected less than 2.50ppm. The contents of sulfur dioxide by Acid Distillation/Ion Chromatography showed 15.43, 9.82, 5.74, 5.37, 2.14 and 0.49ppm in garlic, cabbage, green onion, onion, potato and apple, respectively and the others were not detected. And the contents of sulfur dioxide in green onion, onion, cabbage and garlic showed higher levels of sulfur dioxide in these foods than the others because of the naturally occurring sulfur containing compounds. The optimized Monier-Williams method, which is the official analytical method of Korean Food Code, was suitable for monitoring of sulfur dioxide of most foods. Acid Distillation/Ion Chromatography was thought to be adequate for sulfur containing foods such as green onion, onion and cabbage. In order to distinguish between added and naturally occurring sulfur dioxide, it is thought to be need of the fundamental data for the contents of sulfur dioxide in sulfite-free foods and continue the investigation for it.

Key words : sulfur dioxide, optimized Monier-Williams method, modified Rankine method, Ion Chromatography

#### 서 론

일반적으로 아황산염류는 환원력이 매우 강한 아황산을 만들어 이것이 황산으로 산화될 때 착색물을 환원시켜 강한 표백작용을 하고, ascorbate oxidase의 활성을 억제하여 항산화작용을 나타내며 또한 효소적 갈색반응을 촉진하는 polyphenoloxidase의 저해제로 작용

하여 갈변현상을 억제하는 것으로 알려지고 있어<sup>(1,2,7)</sup> 보존제, 항산화제, 표백제등의 용도로 사용되어 왔다. 현재 우리나라 식품첨가물공전에는 무수아황산(sulfur dioxide), 아황산나트륨(sodium sulfite), 산성아황산나트륨(sodium bisulfite), 차아황산나트륨(sodium hydro-sulfite), 메타중아황산나트륨(sodium metabisulfite), 메타중아황산칼륨(potassium metabisulfite)의 6종 아황산염류가 지정 고시되어 사용되고 있다<sup>(3)</sup>.

이들 아황산염류의 사용기준은 박고지, 당밀 및 물엿, 엿, 과일주, 천연과즙, 건조과실류, 끈약류, 새우살, 설탕등에 한하여 각각 사용량이 규정되어 있으며, 다만 참깨, 두류, 서류, 과실류, 채소류 및 그 단순가

Corresponding author : Hee-yun Kim, Division of Natural Food Additives, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-Dong, Eunpyung-Ku, Seoul 122-704, Korea  
Tel : 82-2-380-1691  
Fax : 82-2-380-1625  
E-mail : pmheekim@kfda.go.kr

공품(탈피, 절단 등)등에 대해서는 아황산염류의 사용이 금지되고 있다.

미국에서는 아황산염류가 1959년 11월부터 GRAS (Generally Recognized As Safe)물질로<sup>(1)</sup> 수재되어 있으며 그 사용기준은<sup>(6)</sup> "육류, 비타민 B<sub>1</sub>의 급원식품, 생야채 및 생과일"을 제외한 식품에 사용하도록 규정하고 있다.

그러나 양파, 양배추와 같이 황화합물에서 유래되는 이산화황을 함유하는 천연식품에서 이산화황이 검출될 경우에는 인위적으로 첨가한 것인지 또는 천연으로 존재하는 성분인지 판별이 어려우므로 이산화황의 사용 여부 판별시 문제점으로 대두되고 있어 이를 해결하기 위해서는 식품별로 천연에 존재하는 이산화황의 함유량에 대한 기초자료가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

한편, 식품중 이산화황의 분석방법으로는 Optimized Monier-Williams method, Modified Rankine method, Ion Exchange Chromatography(Conductivity Detector), Polarography, Redox Titration, Acid Distillation/Ion Chromatography, Flow Injection Analysis, Alkali Extraction/Ion Exclusion Chromatography(Electrochemical Detector), GC-Headspace method, Reverse-Phase Ion Pairing Liquid Chromatography 등<sup>(1,7,15-32)</sup> 여러 방법 등이 보고되고 있으나, 이러한 방법들이 여러 가지 형태의 SO<sub>2</sub>를 측정하는데 있어 재현성이나 검출한계 등에 많은 문제점이 있는 것으로 보고된 바 있다.<sup>(7,9,11-16)</sup>

따라서 본 연구에서는 현행 식품공전의 이산화황 분석법인 모니어윌리엄스변법, 개량랭킹법 및 산중류/이온크로마토그래피법등으로 식품중 이산화황 분석방법을 각각 비교검토하여 식품별에 따른 최적분석방법을 확립할 목적으로 조사대상 식품인 곡류, 과일류, 채소류, 어류 등 20종 180품목에 천연으로 존재하는 이산화황의 함유량을 각 분석방법별로 측정하여 식품중의 천연으로 존재하는 이산화황 함유량의 효율적인 분석방법을 구명해 이산화황의 사용여부 판별시 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

조사연구기간은 1999년 1월부터 12월까지 수행하였으며, 조사대상 식품은 곡류 2종(쌀, 보리), 과일류 4종(사과, 배, 귤, 포도), 채소류 8종(고사리, 도라지, 파, 양파, 양배추, 당근, 연근, 마늘, 감자, 고추), 어류 4종(고등어, 오징어, 꽁치, 조기) 등 총 20종 180품목

을 서울, 광주, 강릉, 부산 등지에서 구입하여 동결건조한 후 균질하게 분말화하여 시료로 사용하였다. 실험에 사용한 시약은 분석용 특급시약을 사용하였고 중류수는 재중류 후 이온을 제거시킨 탈이온수를 사용하였다. 장치 및 기기는 모니어윌리엄스장치, 통기중류장치, UV-VIS Spectrophotometer(Varian Cary 3C) 및 Ion Chromatograph(Dionex 4000i)를 사용하였다.

### 실험방법

조사대상 식품 중 천연으로 존재하는 이산화황의 함유량을 모니어윌리엄스변법, 개량랭킹법, 산중류/이온배제크로마토그래피법을 각각 적용하여 분석하였다.

**모니어윌리엄스변법** : 식품공전<sup>(4)</sup>의 아황산, 차아황산 및 그 염류 시험법에 준하여 실험하였다.

**개량랭킹법** : 일본 위생시험법·주해<sup>(5)</sup>의 식품첨가물시험법에 준하여 실험하였다.

플라스크(A)에 0.1 N-NaOH용액 20 ml를 넣고 플라스크(B)에는 5% 디메돈-알콜용액 1 ml, 1% 아지화나트륨용액 1 ml, 알콜 2 ml, 실리콘수지 2방울 및 25% 인산 10 ml를 가해주고 중류장치에 부착시킨다. 질소 가스를 분당 0.5~0.6 l/min의 속도로 5분간 통과시킨 다음 플라스크(B)를 떼어내서 검체 일정량을 재빨리 넣어주고 다시 중류장치에 부착시킨다. 질소가스를 0.5~0.6 l/min의 속도로 통과시키면서 마이크로버너의 불 높이를 4~5 cm로 하여 플라스크(B)를 15분간 가열한 다음 플라스크(A)를 떼어내고 소량의 0.1 N-NaOH용액으로 선단을 씻어주고 0.1 N-NaOH용액으로 전량을 10 ml로 한 것을 시험용액으로 하였다.

시험용액 및 대조액을 0.1 N-NaOH용액을 5.0 ml씩 취한 다음 각각에 파라로잘닐린·포름알데히드용액 : 염산·초산나트륨원충액 (4 : 1) 5.0 ml를 가하여 잘 흔들어 섞은 후 실온에서 35분간 방치한 다음 파장 560 nm부근에서 각각의 흡광도를 측정하고 표준곡선으로부터 시험용액중의 이산화황의 농도를 구하였다. 대조액은 0.1 N-NaOH용액을 사용하였으며, 따로 각 표준용액(0.4 ppm, 0.8 ppm, 1.2 ppm, 1.6 ppm, 2.0 ppm)을 사용하여 시험용액과 동일하게 조작하여 표준용액의 농도에 대한 흡광도로 표준곡선을 작성하였다.

**산중류/이온배제크로마토그래피법** : 모니어윌리엄스장치에 시료 10 g을 넣고 식품공전방법에 준하여 중류하였다. 다만 수기에는 3% 과산화수소 대신에 alkali trapping solution 40 ml를 사용하였다. 시험용액을 인산나트륨-만니톨원충용액(pH9)으로 적당량 희석한 후 이온크로마토그래프로 분석하였다. 시료중 이산화황 피크의 높이가 표준용액(1 ppm)의 50% 정도가 되도록

시험용액을 인산나트륨-만니톨원충액(pH9)으로 희석한 후 피크강도를 표준용액(1 ppm)과 비교하여 아래 식에 따라 시료중의 이산화황의 농도를 구하였다. Ion Chromatography는 Dionex DX 4000i을 사용하였으며, 이때의 분석조건으로 Column은 Dionex IonPac ICE-AS1, Eluent는 20 mM-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Flow rate는 1.0 mL/min, Injection volume은 50 µl, Detector는 Electrochemical detector를 사용하였다.

$$SO_2(\text{ppm}) = 1.00 \times (\text{pH}/\text{pH}') \times \text{dilution factor}$$

pH = 시험용액의 피크높이

pH' = 표준용액의 피크높이

dilution factor = 추출후 최고농도부터  
제산한 희석배수

## 결과 및 고찰

### 회수율검토

회수율을 측정한 결과는 표 1에서 보는 바와 같이 모니어윌리엄스변법, 개량랭킹법 및 산중류/이온배제크로마토그래피법에 따른 회수율은 시료에 따라 약간씩 차이가 있었으며 68~91%의 결과를 나타내었으며 특히 어류의 경우 비교적 낮은 회수율을 나타내었다.

### 각 분석방법에 따른 이산화황 함유량 비교검토

모니어윌리엄스변법, 개량랭킹법 및 산중류/이온배제크로마토그래피법으로 분석대상식품인 곡류, 과일류, 채소류, 어류 등 20종 180품목의 식품별에 따른 이산화황 함유량을 측정한 결과는 표2와 같았다.

모니어윌리엄스변법에 의한 분석결과, 분석대상식품의 이산화황 함유량은 1.02~43.87 ppm의 범위였으며 그중 43.87 ppm으로 마늘이 가장 높게 나타났고, 도라지, 파, 양배추 및 양파는 각각 15.37, 11.50, 11.21 및

10.60 ppm 검출되었으며, 나머지 시료는 모니어윌리엄스변법의 검출한계인 10.00 ppm미만이었다. 특히, 이산화황의 함유량이 높게 나타난 식품은 황화합물을 함유하는 식품들로 이는 천연유래 아황산염(naturally occurring sulfite)이 파, 양파, 양배추등에는 천연으로 존재한다는 보고<sup>(20,23)</sup> 등과 일치함을 알 수 있었다.

개량랭킹법에 의한 분석결과는 모니어윌리엄스변법에 비해 비교적 낮은 수치를 나타내었으며 6.14 ppm으로 마늘이 가장 높았고 파, 연근, 도라지, 당근 및 양배추는 각각 2.87, 2.50, 2.45, 1.43 및 1.41 ppm이 검출되었다.

상기 두 방법은 모두 산중류방법으로서 실험결과치에서 차이를 나타내고 있는데 이는 Kim과 Sibata<sup>(6,7,9)</sup> 연구보고서에서처럼 모니어윌리엄스변법은 저분자량의 유기산이 동시에 검출되었으며, 개량랭킹법은 모니어윌리엄스변법보다 약산성인 25% 인산산성조건의 약한 산에서 중류하였고 중류시간도 모니어윌리엄스변법에 비해 매우 짧아서 이산화황이 낮게 검출된 것으로 생각된다.

산중류/이온배제크로마토그래피법에 의한 식품중의 이산화황의 분석은 다른 방법에 비해 비교적 타 성분의 방해없이 분리되었으며 이들의 이온크로마토그램을 그림 4에 나타내었으며, 이 방법에 의한 실험결과는 표 2에서 보는 바와 같이 모니어윌리엄스변법, 개량랭킹법 및 기타문헌<sup>(6,7,27-29)</sup>에 보고된 것과 같이 황화합물을 함유하는 식품에서 높게 나타났다. 마늘이 15.43 ppm으로 가장 높았으며 양배추, 파, 양파 및 감자는 각각 9.82, 5.74, 5.37 및 2.14 ppm이 검출되었다. 과일류 중에서는 사과가 0.49 ppm 검출되었으며 쌀, 보리, 배, 꿀, 포도, 고사리, 도라지, 고등어, 오징어, 꽁치 및 조기에서는 모두 검출되지 않았다. 이 결과는 Kim등<sup>(31)</sup>이 발표한 마늘 134.00 ppm, 양파 13.00 ppm, 파 13.00 ppm에 비하여 매우 낮게 검출되었는데 이는 SO<sub>2</sub>

Table 1. Recovery rates of SO<sub>2</sub> added to the several foods by optimized Monier-Williams, modified Rankine and Acid Distillation/Ion Chromatography methods (Unit: ppm)

Sample	optimized Monier-Williams method				modified Rankine method				Acid Distillation/ Ion Chromatography				
	Initially found (ppm)	SO <sub>2</sub> added (ppm)	Total Re-covery (ppm)	Re-covery (%)	Initially found (ppm)	SO <sub>2</sub> added (ppm)	Total Re-covery (ppm)	Re-covery (%)	Initially found (ppm)	SO <sub>2</sub> added (ppm)	Total Re-covery (ppm)	Re-covery (%)	
Cereals	Rice	1.52	100	91.17	90.5	ND <sup>1)</sup>	100	87.62	87.6	ND	100	88.43	88.4
Fruits	Apple	1.20	100	86.7	86.7	0.54	100	77.45	77.0	0.23	100	78.24	78.4
Vegetables	Braken	1.96	100	87.1	87.1	0.48	100	79.26	78.8	ND	100	82.32	82.3
Fishes	Mackerel	2.18	100	73.4	73.4	0.32	100	67.83	67.6	ND	100	68.74	68.7

<sup>1)</sup>ND : Not detected

**Table 2. Sulfur dioxide contents in various foods determined by optimized Monier-Williams, modified Rankine and Acid Distillation/Ion Chromatography methods (Unit: ppm)**

Sample	optimized Monier-Williams method		modified Rankine method		Acid Distillation/Ion Chromatography		
	Mean $\pm$ SD	Ranges	Mean $\pm$ SD	Ranges	Mean $\pm$ SD	Ranges	
Cereals	Rice	1.02 $\pm$ 0.90 <sup>1)</sup>	ND <sup>2)</sup> ~2.16	0.42 $\pm$ 0.56	ND~1.08	ND	-
	Barley	2.02 $\pm$ 0.96	ND~3.10	0.56 $\pm$ 0.92	ND~2.82	ND	-
Fruits	Apple	1.07 $\pm$ 1.04	ND~2.52	0.29 $\pm$ 0.17	ND~0.51	0.49 $\pm$ 0.03	0.43~0.57
	Pear	1.88 $\pm$ 1.64	ND~3.94	0.26 $\pm$ 0.13	ND~0.37	ND	-
	Citrus fruit	3.50 $\pm$ 3.85	ND~8.98	0.37 $\pm$ 0.24	ND~0.64	ND	-
	Grape	1.29 $\pm$ 1.24	ND~2.92	0.31 $\pm$ 0.15	ND~0.49	ND	-
Vegetables	Braken	2.50 $\pm$ 1.00	1.26~3.67	0.25 $\pm$ 0.05	0.13~0.33	ND	-
	Platicodon	15.37 $\pm$ 10.96	2.58~32.95	2.45 $\pm$ 2.70	0.39~7.41	ND	-
	Green onion	11.50 $\pm$ 4.87	6.44~19.54	2.87 $\pm$ 3.28	0.36~8.26	5.74 $\pm$ 0.04	5.07~6.14
	Onion	10.60 $\pm$ 4.73	3.46~15.36	0.75 $\pm$ 0.26	0.48~1.28	5.37 $\pm$ 0.05	5.17~5.54
	Cabbage	11.21 $\pm$ 3.31	6.68~17.63	1.41 $\pm$ 1.29	0.50~3.76	9.82 $\pm$ 0.14	9.57~10.43
	Carrot	3.36 $\pm$ 1.79	0.73~5.12	1.43 $\pm$ 1.68	0.25~4.33	ND	-
	Lotus root	5.30 $\pm$ 1.98	2.53~7.98	2.50 $\pm$ 3.01	0.16~6.97	ND	-
	Garlic	43.87 $\pm$ 12.33	24.42~53.33	6.14 $\pm$ 1.90	4.03~9.21	15.43 $\pm$ 0.08	13.08~17.08
	Potato	5.25 $\pm$ 1.04	3.99~6.99	0.47 $\pm$ 0.35	0.12~1.12	2.14 $\pm$ 0.03	2.02~2.48
	Green peper	3.35 $\pm$ 2.05	1.11~6.54	0.19 $\pm$ 0.04	0.14~0.25	ND	-
Fishes	Mackerel	4.49 $\pm$ 1.54	2.65~6.89	1.18 $\pm$ 0.90	ND~3.31	ND	-
	Common squid	2.35 $\pm$ 0.27	21.95~2.76	0.62 $\pm$ 0.28	0.40~1.18	ND	-
	Pacific	3.08 $\pm$ 0.23	4.72~6.03	1.13 $\pm$ 0.61	0.33~1.97	ND	-
	Yellow croaker	4.95 $\pm$ 0.43	4.37~5.59	0.70 $\pm$ 0.13	0.52~0.87	ND	-

<sup>1)</sup>Values are mean  $\pm$  SD (n=9)

<sup>2)</sup>ND : Not detected

가 아닌 SO<sub>4</sub> 형태로 산화시켜 이산화황을 검출한 것으로 그 결과를 자연함유량으로 보기는 어려울 것 같다.

식품별에 따른 천연유래 이산화황 분석방법 검토

표 2에서 보는 바와 같이 모니어윌리엄스변법을 포

함해 개량랭킹법, 산중류/이온배제크로마토그래피법으로 분석시 파, 양파, 양배추, 마늘 등 황화합물을 함유하는 식품이 다른 식품보다 이산화황의 함유량이 높았으며 모니어윌리엄스변법의 분석결과가 가장 높은 수치를 나타내었고 식품별에 따른 함유량의 차이는 보

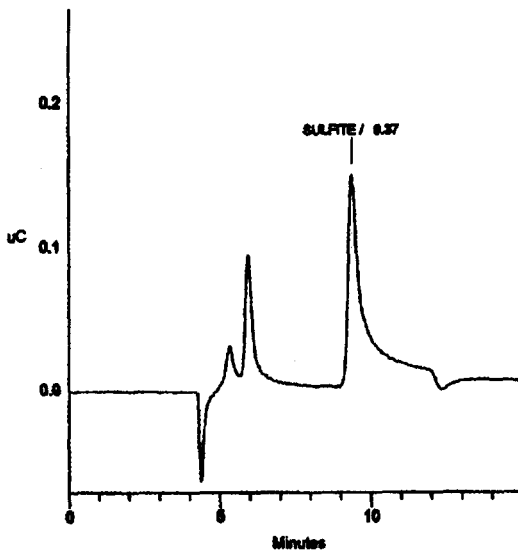


Fig. 1. IC chromatograms of standard soln.(5ppm).

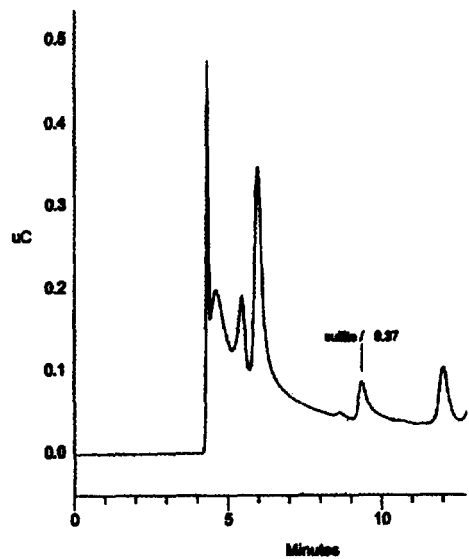


Fig. 2. IC chromatogram of sample soln.(cabbage).

**Table 3. Compare of sulfur dioxide contents in foods determined by modified Rankine method in Korea with Japan**  
(Unit: ppm)

Sample	Korea	Japan	
Cereals	Rice	0.42 ± 0.56 <sup>1)</sup>	0.07 ± 0.07
	Barley	0.56 ± 0.92	0.24 ± 0.09
Fruits	Apple	0.29 ± 0.17	ND <sup>2)</sup>
	Pear	0.26 ± 0.13	-
	Citrus fruit	0.37 ± 0.24	ND
	Grape	0.31 ± 0.15	0.08 ± 0.07
Vegetables	Braken	0.25 ± 0.05	-
	Platicodon	2.45 ± 2.70	-
	Green Onion	2.87 ± 3.28	3.65 ± 2.53
	Onion	0.75 ± 0.26	24.57 ± 17.74
	Cabbage	1.41 ± 1.29	ND
	Carrot	1.43 ± 1.68	0.08 ± 0.05
	Lotus root	2.50 ± 3.01	0.21 ± 0.10
	Garlic	6.14 ± 1.90	7.77 ± 7.56
	Potato	0.47 ± 0.35	-
	Green peper	0.19 ± 0.04	ND
Fishes	Mackerel	1.18 ± 0.90	ND
	Common squid	0.62 ± 0.28	0.23 ± 0.07
	Pacific	1.13 ± 0.61	ND
	Yellow croaker	0.70 ± 0.13	-

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD (n=9)

<sup>2)</sup>ND : Not detected

였으나 그 분포경향은 비슷함을 알 수 있었다.

또한 현행 식품공전의 공정시험법인 모니어윌리엄스 변법의 경우는 이산화황 이외의 저분자량의 유기산이 검출되어 양파, 양배추, 마늘 등 황화합물 함유하는 식품을 제외한 대부분의 식품중 이산화황 분석방법으로는 타당하다고 보며, 개량랭킹법의 경우에는 증류, 발색, 흡광도측정 등 일련의 과정에 많은 시간이 소요되었고 발색이 일정하게 되지 않는 문제점 등이 있었으며 또한 산중류/이온배제크로마토그래피법은 모니어윌리엄스변법으로 증류한 다음 이온크로마토그래프를 사용하므로 모니어윌리엄스변법보다는 분석시간이 많이 소요되는 단점이 있으나 이산화황 이외의 유기산에 의한 방해받지 않았다.

#### 일본의 실험결과와 비교

일본에서 1993년도에 개량랭킹법을 사용하여 식품중 천연유래 이산화황의 모니터링에 대한 결과와 본 실험결과를 비교하여 표 3에 나타냈다.

표 3에서 보는 바와 같이 일본에 비해 분석치가 대체로 낮은 수치를 나타내었는데, 이는 본 실험에 사용한 시료는 동결건조한 후 각 시료의 수분함량을 다시 보정환산한 결과이나 일본의 경우는 시료를 그대로 사용한 결과치이기 때문인 것으로 사료되며, 특히 지역 및 품종간의 차이, 채취시기 및 재배방법 등에서 기인

된 차이로도 생각되어진다.

## 요 약

본 연구에서는 분석대상식품인 곡류, 과일류, 채소류, 어류등 20종 180품목의 식품별에 따른 천연 이산화황의 함유량에 대해 모니어윌리엄스변법, 개량랭킹법 및 산중류/이온배제크로마토그래피법을 각각 적용하여 분석한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

본 연구에서 사용한 각 실험방법별 회수율은 모니어윌리엄스변법은 74~91%, 개량랭킹법은 67~87%, 산중류/이온배제크로마토그래피법은 68~88%의 회수율을 얻을 수 있었으며 모니어윌리엄스 변법에 의한 조사대상식품의 이산화황 분석결과는 1.02~43.87 ppm의 범위를 보였고 마늘, 도라지, 파, 양배추 및 양파가 각각 43.87, 15.37, 11.50, 11.21 및 10.60 ppm의 높은 농도로 검출되었으며, 그 나머지 식품은 모두 10.00 ppm 미만으로 낮은 농도를 보였다. 개량랭킹법에 의한 조사대상식품의 이산화황 분석결과는 파와 마늘이 2.87 ppm과 6.41 ppm으로 높게 나타났고 나머지는 대부분 2.00 ppm미만의 낮은 농도를 보였다. 산중류/이온배제크로마토그래피법에 의한 조사대상식품의 이산화황 분석결과는 마늘, 양배추, 파, 양파, 감자 및 사과가 각각 15.43, 9.82, 5.74, 5.37, 2.14 및 0.49 ppm이 검출되었고, 그 나머지는 불검출이었다.

결론적으로, 20종 180품목을 3가지 분석방법을 적용하여 천연으로 존재하는 이산화황의 함유량을 조사한 결과, 여러 식품중 천연으로 존재하는 이산화황의 함유량을 모니터링하는데는 현행 식품공전의 공정시험법인 모니어윌리엄스변법이 타당한 방법이라고 생각되나, 건조된 파, 양파, 양배추등의 황화합물을 함유하는 식품의 경우에는 모니어윌리엄스법(AOAC공정법 990.28)에 규정되어 있는 것과 같이 이산화황이외의 황화합물에서 기인되는 휘발성물질이 이산화황으로 같이 검출되므로 건조된 파, 양파, 양배추등의 황화합물을 함유하는 식품의 경우에는 황화합물에서 기인되는 휘발성물질이 이온크로마토그래프에서 배제되고 이산화황만 검출되는 산중류/이온배제크로마토그래피법을 적용하여 분석하는 것이 타당하다고 사료된다.

## 문 헌

1. Talor, S.L., Higley, N.A. and Bush, R.K. Sulfite in foods. *Advances in Food Research* 30: 1 (1986)
2. Roberts, A.C. and Mcweeny, D.J. The use of sulfur dioxide in the food industry. *J. Food. Technol.* 7: 221

- (1972)
3. Korean Food Code. Korea Food and Drug Administration, 100 (1998)
  4. Korean Food Additives Code : Korea Food and Drug Administration, 422-423 (1999)
  5. Standard Methods of Analysis for Hygienic Chemists: Pharmaceutical Society of Japan, 473-478 (1990)
  6. Code of Federal Regulations 21, 4-1-98 ed. p.438 § 182.3862. Sulfur dioxide.
  7. Su, Y.C. and Taylor, S.L. Sulphite analysis of food ingredients: false positive responses with butter flavourings in the optimized Monier-Williams method. *Food Additives and Contaminants* 12: 153-160 (1995)
  8. Hillery, B.R. and Elkins E.R. Optimized Monier-Williams Method for determination of sulfites in foods: Collaborative Study, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 72: 470-475 (1989)
  9. Kim, H.J. Comparison of the ion exclusion chromatographic method with the Monier-Williams method for determination of total sulfite in foods, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 72: 266-272 (1989)
  10. Kim, H.J. Determination of sulfite in foods and beverages by ion exclusion chromatography with electrochemical detection: Collaborative Study, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 73: 216-222 (1990)
  11. Stonys, D.B. Determination of sulfur dioxide in foods by Modified Monier-Williams distillation and polarographic detection, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 70: 114-117 (1987)
  12. Barnett, D. Davis, E.G. A GC method for the determination of sulphur dioxide in food headspaces, *J. of Chromatographic Science*, 21: 205-208 (1983)
  13. Davis, E.G., Barnett, D. and Moy, P.M. Determination of molecular and free sulphur dioxide in foods by headspace gas chromatography, *J. Food Technol.* 18: 223-240 (1983)
  14. Hamano, T., Mitsuhashi, Y., Matsuki, Y., Ikuzawa, M., Fujita, K., Izumi, T., Adachi, T., Nonogi, H., Fuke, T., Suzuki, H., Toyoda, M., Ito Y. and Iwaida M. Application of gas chromatography for the separate determination of free and combined Sulphites in food. I, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 168: 195-199 (1979)
  15. Stan'kov, I.N., Tarasov, S.N. and Polyakov, V.S. Gas-chromatographic determination of sulfur dioxide, hydrogen chloride, and chlorine in thionyl chloride, *J. of Anal. Chem.*, 54: 473-475 (1999)
  16. Brunner, U., Chasteen, T.G. and Bachofen, R. Chromatographic determination of phosphine(PH<sub>3</sub>) and hydrogen sulfide(H<sub>2</sub>S) in the headspace of anaerobic bacterial enrichments using flame photometric detection, *Chromatographia*, 40: 399-403 (1995)
  17. Koppe, R.K. and Adams, D.F. Evaluation of gas chromatographic columns for analysis of subparts per million concentrations of gaseous sulfur compounds, *Current Research*, 1: 479-481 (1967)1
  18. Souza, T.L.C., Lane, D.C. and Bhatia, S.P. Analysis of sulfur-containing gases by gas-solid chromatography on a specially treated porapak QS column packing, *Analytical Chemistry*, 47: 543-545 (1975)
  19. Czerwinski, W. and Gromotowicz, W. Determination of impurities in thionyl chloride by gas chromatography, *J. of Chromatography*, 520: 163-168 (1990)
  20. Kim, H.J. and Kim, Y.K. Analysis of free and total sulfites in food by ion chromatography with electrochemical detection, *J. of Food Science*, 51: 1360-1361 (1986)
  21. Cooper, P.L., Marshall, M.R., Gregory III, J.F. and Otwell, W.S. Ion chromatography for determining residual sulfite on shrimp, *J. of Food Science*, 51: 9244-928 (1986)
  22. Warner, C.R. and Daniels, D.H. Ion chromatographic determination of sulfites in foods, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 69: 14-19 (1986)
  23. Kim, H.J., Kim, Y.K. and Smith, M. Sulfite Analysis by ion exclusion chromatography: Applications to the food and beverage industries, *Food Technology*, 113-116 (1988)
  24. Wygant, M.B., Statler, J.A. and Henshall, A. Improvements in amperometric detection of sulfite in food matrixes, *J. of AOAC International*, 80: 1374-1380 (1997)
  25. Kim, H.J., Conca, K.R. and Richardson, M.J. 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 (1990)
  26. Wagner, H.P. and MCGarrity, M.J. The use of pulsed amperometry combined with ion-exclusion chromatography for the simultaneous analysis of ascorbic acid and sulfite, *J. of Chromatography*, 546: 119-124 (1991)
  27. AOAC Official Method 990.28
  28. Tsuji, S. and Fujiwara, K. Naturally occurring of sulfites in raw and processed foods, *J. Food Hygienic Society (Japan)*, 34: 303-313 (1993)
  29. Shibata, I. and Tsuji, S. Improvement of colorimetric microdetermination of sulfites in various foods by using the modified rankine apparatus, *J. Food Hygienic Society (Japan)*, 31: 57-66 (1990)
  30. Walter, H. and Bhailal, P. Differential pulse polarographic determination of sulfites in foods: Collaborative Study, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 70: 572-578 (1987)
  31. Walter, H. and John, S. Determination of sulfites in foods by simultaneous nitrogen purging and differential pulse polarography, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 72: 476-480 (1989)
  32. John, J. and Jack, E. Determination of sulfite in food by flow injection analysis, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 69: 542-546 (1986)
  33. Kim, M.H. and Park, S.B. Determination of natural contents of total Sulfites in fruits and vegetables by Ion chromatography, *Korean. J. Food. Sci. Technol.*, 21: 218-223 (1989)