

I.C.를 이용한 과일 및 채소류중의 총 아황산염류 자연함량 측정

김명희 · 박성배

서울특별시 보건환경 연구원

Determination of Natural Contents of Total Sulfites in Fruits and Vegetables by Ion Chromatography

Myung-Hee Kim and Sung-Bae Park

Institute of Health and Environment, Seoul

Abstract

This study was performed to investigate the natural contents of sulfite in vegetables and fruits. Experimental subjects included 351 cases of vegetables and 59 fruits collected in 4 areas- Jeonbuk, Kyungnam, Chungcheung and Kangwon-from October to December in 1987. Sulfite of the subjects were determined by ion chromatography rapidly and precisely. Mean value of sulfite contents in leaf-vegetables, green onion was the highest value, 13.23 ± 1.39 ppm. Garlic was the highest value, 134.07 ± 9.65 ppm in root-vegetables. Green pepper in fruit-vegetables was the highest value, 1.16 ± 0.12 ppm. In the fruits, persimmon was the highest, 2.74 ± 0.45 ppm. There were some differences among the areas. The mean value of sulfite contents in vegetables and fruits collected in the Chungcheung areas were higher than that in other places.

Key words: sulfite, ion chromatography, natural contents, vegetables, fruits.

서 론

식품첨가물로서 오랜 역사를 가지고 있는 아황산염류는 주로 식품의 갈변방지, 방부, 항산화 및 환원, 표백효과 등의 목적으로 사용되어 왔으며 이 외에도 가공 보조제나 pH 조절 및 안정제 등의 목적으로도 사용할 수 있는 아황산염류 제제는 메타중아황산칼륨(potassium metabisulfate), 무수아황산(sulfur dioxide), 결정아황산나트륨(sodium sulfite), 무수아황산나트륨(sodium sulfite anhydrous), 산성아황산나트륨(sodium bisulfite), 차아황산나트륨(sodium hydrosulfite) 등 6종이 현재 허용되어 있다^(1,2). 그러나 이들에 대한 독성보고, 연구되면서 그 사용이 규제되고 있고 우리나라의 경우에도 1962년 식품위생법이 제정되면서 아황산염류의 사용을 규정하였으며 1968년 7월 28일에는 보사부고시 제 86-40호로 지금까지 사용이 허용되었던 참깨, 두류, 서류, 과일류 및 채소류 등의 천연 농산물에 그 사용을 금지시켰다^(3,4).

일부 자연식품중 터덕, 도라지, 무우, 연근, 우엉 등 백

색 근채류의 경우 갈변으로 인한 상품가치의 저하를 막기 위하여 아황산염류가 아직도 상당량 사용되고 있으나 이들 자연식품 중에는 종류에 따라 아황산염류 및 유황을 함유한 성분들이 식품 본래의 성분으로 존재하고 있어 인위적으로 사용된 양을 판단하기란 어려운 실정이다.

식품중 아황산염류 측정방법으로는 보사부에서 고시한 I₂ 및 alkali 적정법, UV/Vis Spectrophotometer에 의한 비색법이 있으며 이 외에도 aeration-oxidation method, polarographic method, sulfite oxidase를 이용한 enzyme assay, HPLC 및 FPD를 이용한 GLC method 등이 보고되고 있으나⁽⁵⁻¹⁴⁾ 이들 중의 어느 방법도 모든 형태의 combined-SO₂를 측정하는데는 적당치 않으며 그 정밀도나 검출한계 등에 많은 문제가 있다고 한다^(6,14).

이에 저자 등은 ion chromatograph를 이용한 측정방법을 연구 검토하고 이에 준하여 과일 및 채소류중 미량 존재하는 아황산염류의 자연함량을 측정하므로써 자연식품중의 아황산염류 함유량 기준설정 및 시판품의 아황산염류 사용여부 판정에 기초 자료를 제공하고자 본 연구를 시도하였다.

재료 및 방법

재료

1987년 10월~12월 사이에 경남의 부산, 마산, 김해지역, 충청도의 대전, 충주, 청주지역, 전북의 전주지역, 강원도 원주지역 등 4개 지역 산지에서 직접 구득한 34종의 과일 및 채소류 410 예를 대상으로 실험하였다.

실험에 사용한 시약은 특급시약 및 HPLC용 시약이었으며 증류수는 millipore system을 통과시킨 정제수를 사용하였다. 기기는 Dionex사의 Ion Chromatograph(I.C) 4000i로 conductivity detector와 4290 integrator를 이용하였다.

방법

시료를 잘게 분쇄한 후 20~30g을 적당량 정확히 취하여 증류 flask에 넣고 증류수 100ml 및 25% 인산 25ml를 가하고 즉시 비말장치가 되어 있는 증류관을 연결, 수증기 증류 하였다. 증류액은 3% 과산화수소수 20ml를 미리 넣은 100ml volumetric flask에 정확히 100ml가 되도록 받았으며, 발생되는 SO₂ gas를 SO₄²⁻으로 산화시켜 I.C로 측정하였다. 실험시 기기의 측정조건은 표 1과 같다. 따로 공시험과 1~10ppm 농도의 표준용액을 시료와 동일한 방법으로 증류, 회수 실험을 하여 검량선을 작성하였으며 이에 준하여 external standard calibration method로 직접 그 농도를 계산하였다.

매회 실험시마다 공시험과 일정 농도의 표준용액을 회수 실험하여 결과를 보정하였다.

결과 및 고찰

이상의 실험방법으로 아황산염류 표준용액 일정량을

Table 1. Condition of ion chromatograph for sulfite determination

Ion chromatograph : Dionex 4000 i
Column : HPIC-AG 4A guard column HPIC-AS 4A separator column Anion micromembrane suppressor
Detector : Conductivity detector
Full scale : 100µ MHO/cm
Eluent : 0.75 mM NaHCO ₃ /2.25 mM Na ₂ CO ₃
Suppressor regenerant : 0.025 N H ₂ SO ₄
Flow rate : 1.7 ml/min.
Sample size : 50µl
Attenuation : 32
Chart speed : 0.5 cm/min.

가하고 증류하여 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 및 4.0ppm 농도의 증류액 50µl를 I.C에 주입하여 얻은 검량선은 그림 1에서 보는 바와 같이 양호한 직선을 나타냈다. 특히 0.1ppm의 저농도에서도 측정이 가능하였다.

I.C에 의한 F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, PO₄²⁻ 및 SO₄²⁻ 표준용액에 대한 chromatogram이 그림 2에 제시되었다. Chromatogram에 나타난 바와 같이 각 이온들의 peak는 서로 중복되지 않고 완전히 분리되는 것으로 나타났다. SO₄²⁻ peak의 retention time은 5.29분이었다. 한편, sample(carrot)을 증류한 증류액의 chromatogram(Fig. 3)에서도 SO₄²⁻ peak는 표준용액과 동일한 시간에 용출되었고 방해물질의 영향은 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 다른 방법에 비하여 비교적 타 성분들의 방해 효과 없이 빠른 시간에 정확한 결과를 얻을 수 있었으며 시료에 표준용액을 첨가하여 얻은 회수율은 80% 이상으로 양호하였다(표 2).

이상의 실험방법에 따라 410 예의 과일 및 채소류 중의 아황산염류 자연 함량을 실험한 결과는 표 3, 4, 5 및 6과 같다. 채소류의 경우 가식부위에 따라 엽채류, 근채류 및 열매 채소류로 분류하였으며 엽채류에 대한 아황산염류 자연 함량이 표 3에 제시되었다. SO₂로 환산한 아황산염류의 함량은 파가 13.23±1.39ppm으로 가장 높았으며 다음이 갓으로 4.62±0.30ppm, 시금치는 2.68±0.23ppm으로 엽채류중 비교적 높게 나타났다.

이외의 배추, 양배추, 상치, 쪽갓 및 깻잎은 1~2ppm의 범위였으며 양상치가 가장 낮아서 0.18±0.05ppm이

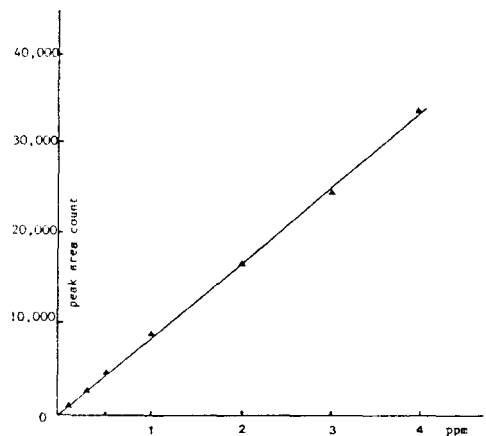


Fig. 1. Standard calibration curve.

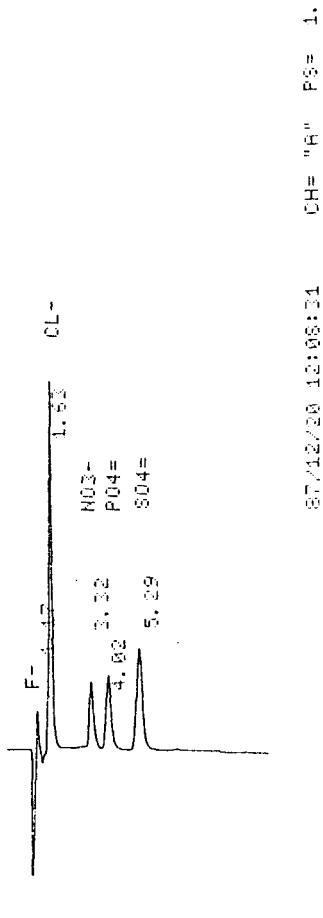


Fig. 2. I.C. chromatogram of anion standards.

PEAK#	AREA#	RT	AREA BC
1 F-	17.858	1.17	322094.02
2 CL-	45.894	1.62	2409517.02
3 NO3-	8.184	3.22	128811.01
4 PO4=	10.424	4.02	543246.01
5 SO4=	17.46	5.29	313257.01
TOTAL	100.		5220545

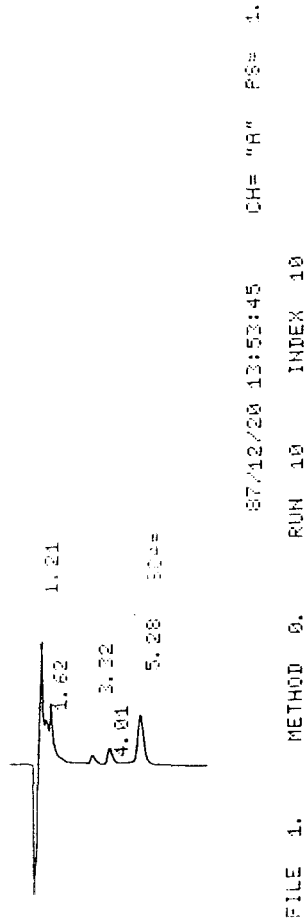


Fig. 3. I.C chromatogram of sample(carrot).

PEAK#	AREA#	RT	AREA BC
1	48.301	1.21	2206313.02
2	38.175	1.62	1734855.02
3	1.129	3.22	51060.01
4	2.502	4.01	133128.01
5	9.192	5.28	415605.01
TOTAL	100.		4521061

Table 2. Recoveries of standard and standard added samples

	No. of experiment	Area count	Recovery rate (%)
Direct injection (1ppm STD)	10	9,132.7 ± 11.5 ^{a)}	-
Distillation (H ₂ O + 1ppm STD)	10	9,112.8 ± 13.7	99.8 ± 0.15
Distillation (carrot + 1ppm STD)	5	8,365.5 ± 36.5	91.6 ± 0.43
Distillation (apple 10g + 1ppm STD)	5	7,625.8 ± 39.5	83.5 ± 0.51

a) Mean ± SE

Table 3. Determination of sulfite in leaf-vegetables by I.C (unit: ppm)

Name	Case	Contents of sulfite
Green onion	28	13.23 ± 1.39 ^{a)}
Mustard leaf	5	4.62 ± 0.30
Spinach	17	2.68 ± 0.23
Perilla leaf	5	1.64 ± 0.09
Korean cabbage	27	1.37 ± 0.16
Cabbage	5	1.26 ± 0.11
Native lettuce	10	1.16 ± 0.13
Crown daisy	5	1.00 ± 0.22
Watercress	5	0.86 ± 0.08
Lettuce	6	0.18 ± 0.05
Total	113	

a) Mean ± SE

Table 4. Determination of sulfite in root-vegetables by I.C (unit: ppm)

Name	Case	Contents of sulfite
Garlic	21	134.07 ± 9.65 ^{a)}
Onion	18	13.30 ± 1.54
Radish	32	7.00 ± 0.36
Doraji	11	1.50 ± 0.23
Ginger root	9	1.42 ± 0.27
Sweet potato	10	0.81 ± 0.09
Potato	20	0.73 ± 0.08
Taro	15	0.71 ± 0.11
Burdock	11	0.64 ± 0.12
Carrot	21	0.63 ± 0.07
Lotus root	7	0.57 ± 0.07
Dodok	6	0.41 ± 0.03
Total	181	

a) Mean ± SE

Table 5. Determination of sulfite in fruit-vegetables by I.C (unit: ppm)

Name	Case	Contents of sulfite
Green pepper	5	1.16 ± 0.12 ^{a)}
Squash	13	0.93 ± 0.11
Cucumber	17	0.74 ± 0.08
Egg plant	7	0.55 ± 0.12
Red pepper	8	0.52 ± 0.11
Tomato	7	0.35 ± 0.15
Total	57	

a) Mean ± SE

었다. 이러한 결과는 정 등⁽¹⁵⁾이 발표한 파 1.68ppm, 양배추 0.39ppm, 쪽갓 0.39ppm에 비하여 본 결과가 현저히 높았다. 이는 측정방법이 서로 다른데 가장 큰 원인이 있는 것으로 사료되며 또한 정 등⁽¹⁵⁾의 보고는 시료수가 각기 3예 씩으로 너무 적어 그 결과를 자연 함량으로 간주하기에는 약간의 문제가 있는 것 같다.

Table 6. Determination of sulfite in fruits by I.C (unit: ppm)

Name	Case	Contents of sulfite
Persimmon	9	2.74 ± 0.45 ^{a)}
Chestnut	11	1.06 ± 0.16
Pear	13	0.18 ± 0.13
Apple	15	0.51 ± 0.07
Chinese quince	5	0.38 ± 0.04
Orange	6	0.07 ± 0.01
Total	59	

a) Mean ± SE

1986년도 저자 등⁽¹⁶⁾의 실험결과 요오드 적정법으로 실험한 과의 녹색부분 일은 약 1.9ppm, 흰줄기 부분은 3.1ppm으로 나타나 부위에 따른 차이가 있음을 알 수 있으며 특히 측정방법에 따라 결과가 크게 달라짐을 알 수 있었다.

과의 경우 그 성분중 free-SO₂ 보다는 combined-SO₂에 의해 아황산염류의 함량이 높게 나타나는 것으로 사료되며 보사부 기준시험법 대로 acidic distillation method에 의하여 유출되는 total SO₂를 측정하여 아황산염류의 사용 여부를 판단하는 것은 많은 주의가 기울여야 될 것으로 생각된다.

근채류의 아황산염류 함량은 표 4에서 보는 바와 같이 마늘에서 가장 높아 134.07 ± 9.65ppm이었으며, 다음이 양파로 13.30 ± 1.54 ppm, 무우 7.00 ± 0.36ppm이었고 당근, 감자, 토란, 우엉, 고구마, 연근 등은 1ppm 이하로 그 함량이 낮았으며 특히 더덕의 경우 가장 낮아 0.41 ± 0.03ppm을 나타냈다. 이런 결과는 정 등⁽¹⁵⁾의 보고와 비교할 때 마늘의 경우 약 20배 정도, 양파는 3배 정도 본 결과가 높았으며 가장 함량이 낮게 나타난 더덕의 경우는 오히려 정 등⁽¹⁵⁾의 결과가 0.43ppm으로 저자 등의 결과에 비하여 약간 높았다. 이외의 다른 근채류는 대부분 저자 등의 결과가 약간 높게 나타났다. 이런 원인은 측정방법의 차에 기인된 것으로 정 등⁽¹⁵⁾이 실험한 비색법에 비하여 I.C법에 의한 측정은 미량을 신속하고 정확히 측정할 수 있으며 타 성분의 방해효과가 거의 없다는 이점과 시료수를 고려할 때 본 결과가 신뢰성이 더 높음으로 생각된다.

1987년 6월~7월 사이에 신문지상에 보도되었던 과일, 채소류중의 아황산염류 사용 문제로 사회적 물의를 일으킨 결과를 보면 연근의 경우 0.47~0.70ppm, 양파의 경우 1.74~16.71ppm의 범위가 검출되었다고 하였으나^(17,18) 이는 자연 함량을 고려한 것인지 매우 의심스러운 바이다.

열매 채소류의 경우 피만은 1.16 ± 0.12 ppm, 호박은 0.93 ± 0.11 ppm, 오이가 0.74 ± 0.08 ppm, 고추는 0.52 ± 0.11 ppm으로 나타났으며 토마토가 가장 낮아서 0.35 ± 0.15 ppm이었다. 이 결과 역시 전반적으로 정 등⁽¹⁵⁾의 결과 보다는 높게 나타났으며 고추, 토마토의 경우는 오히려 본 결과가 20~30% 정도 낮았다(표 5).

표 6에 제시된 과일류의 경우는 감이 2.74 ± 0.45 ppm으로 가장 높은 함량을 나타냈으며 밤은 1.06 ± 0.16 ppm인 반면 귤이 가장 낮아서 0.07 ± 0.01 ppm이었다. 그러나 귤의 경우는 산지에서 직접 구득하지 못하고 서울지역 시장에서 구입하여 껍질을 제하고 가시부위만을 측정된 결과이다.

표 7에는 10종의 채소와 과일에 대한 지역별 아황산염류 함량이 제시되었다. 전북지역은 시료수가 적어서 제외하고 경남지역, 충청지역 및 강원지역을 비교한 바 대부분의 경우 강원지역에서 구득한 과채류종의 아황산염류 함량이 타 지역에 비하여 현저히 낮았으며 충청지역이 가장 높았다. 특히 무우, 배추의 경우 충청지역에 비하여 강원지역이 유의한 차($P < 0.01$)로 낮았으며 당근, 양파, 오이, 당근 등은 경남지역에서 다소 높게 나타났다. 따라서 지역별 재배환경 요인이 아황산염류의 자연 함량에 영향을 미치는 것으로 생각되나 이들 지역에서 재배된 품종이 동일한 품종인지 구분할 수 없었으므로 본 실험결과만으로 재배 환경이 아황산염류의 자연 함량에 미치는 정도를 판단하기는 매우 어렵다.

일반적으로 아황산염류는 환원력이 매우 강한 아황산을 만들어 이것이 황산으로 산화될 때 착색물을 환원시켜 강한 표백작용을 나타내기도 하고 polyphenoloxidase, ascorbate oxidase, lipoxigenase, peroxidase 및 thiamine-dependant enzyme 등 많은 enzyme의 활

성을 억제하며 이중 특히 enzymatic browning을 조절하는 polyphenoloxidase의 inhibitor로 작용하여 갈변현상을 억제하는 것으로 알려지고 있다.

우리나라의 경우 식품첨가물로서 아황산염류 사용이 허용되고 있으나 1986년 7월 28일에는 보사부고시 86-40호로 식품별 아황산염류 사용 기준을 재 설정하여 야채, 과일, 참깨, 서류 등의 농산물에는 그 사용을 금하였다. 그러나 아직까지도 시중 야채 및 과일류에 아황산염류가 부분적으로 사용되고 있어 이에 따른 식품위생상 시민의 관심이 점차 증가되고 있는 실정이다.

이러한 시점에서 아황산염류에 대한 보사부 공정시험법이 식품에 따라서, 또는 낮은 농도일 경우 측정이 용이하지 않으며 더욱이 자연적으로 존재하는 그 본래의 함량을 알 수 없어 판정에 많은 어려움이 있다. 따라서 저자는 다른 채소 등에 대한 아황산염류 함량을 보고한데 이어⁽¹⁶⁾ 농산물중 과일과 야채에 대한 자연 함량을 I.C법으로 측정하므로써 자연식품중에 존재하는 아황산염류의 함량에 관한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

최근 아황산염류에 대한 유해성 여부는 세계적으로 많은 논란이 되고 있다. FAO/WHO에서는 아황산염류의 ADI(acceptable daily intake)를 SO_2 로서 0.7mg/kg body weight로 정하고 GRAS(generally recognized as safe) List에 수재하였으나⁽¹⁾ 계속 소비자들의 불평과 부작용 효소에 따라 안전성을 재 검토하고 일부 예민한 사람은 천식 등의 부작용을 일으킬 수 있으므로 사용시 주의할 것을 경고하였으며, 10ppm 이상 사용시 포장에 표기하도록 하였다. 또한 소화기 장애나 일부 allergy 질환을 일으키기도 하는 아황산염류의 유해성은 combined- SO_2 에 비하여 free- SO_2 가 더욱 심한 것으로 알려져 있으나^(1,6) 실험에서 이를 구별하여 측정하지 못하고

Table 7. Regional comparison of sulfite contents in vegetables and fruits

Name	Kyungnam area		Chungcheung area		Kangwon area	
	Case	Contents	Case	Contents	Case	Contents
Green onion	5	$9.57 \pm 1.75^a)$	18	$14.09 \pm 1.34^*$	4	8.68 ± 1.52
Spinach	4	3.00 ± 0.61	11	2.68 ± 0.12	-	-
Korean cabbage	4	1.52 ± 0.40	15	$1.60 \pm 0.24^{**}$	4	0.66 ± 0.03
Garlic	4	120.80 ± 12.82	13	$143.18 \pm 13.32^*$	4	113.87 ± 5.78
Onion	4	9.67 ± 3.10	11	15.40 ± 2.00	3	10.10 ± 0.84
Radish	4	8.57 ± 1.06	18	$7.30 \pm 0.48^{**}$	6	2.96 ± 0.28
Potato	4	0.66 ± 0.12	10	0.84 ± 0.13	5	0.62 ± 0.12
Carrot	4	0.40 ± 0.08	13	$0.74 \pm 0.09^*$	4	0.51 ± 0.05
Cucumber	4	0.59 ± 0.08	9	0.86 ± 0.13	4	0.65 ± 0.07
Apple	-	-	5	0.66 ± 0.10	7	0.34 ± 0.05

a) Mean \pm SE

*: $0.01 < p < 0.05$ **: $p < 0.01$

total SO₂ 만을 측정하였다. 따라서 앞으로는 이를 구분하여 그 각각의 함량을 측정하는 것이 다음 연구 과제라 생각된다.

요 약

1987년 10~12월 사이에 경남, 전북, 충청 및 강원 의 4 개 지역에서 채소 및 과일 34종 410 예를 산지에서 직접 구득하여 I.C법으로 아황산염류 함유량을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. I.C법에 의하여 미량 존재하는 아황산염류의 함량을 신속, 정확히 정량 할 수 있었다.
2. 10종의 엽채류중 파는 13.23±1.39ppm, 갓은 4.62±0.30ppm, 시금치는 2.68±0.23ppm 이었으며 양상치의 경우 0.18±0.05ppm 으로 가장 낮았다.
3. 12종의 근채류중 마늘이 가장 그 함량이 높아 134.07±9.65ppm 이었으며 근채류 중에는 더덕이 그 함량이 가장 낮아 0.41±0.03ppm 이었다.
4. 과채류 6종 중에는 고추가 가장 높아 1.16±0.12ppm 인 반면 토마토는 0.35±0.15ppm 으로 가장 낮았다.
5. 과일류 6종 중에는 감이 가장 그 함량이 높아 2.74±0.45ppm 이었으며, 밤이 1.06±0.16ppm 이었고 굴의 경우 0.07±0.01ppm 으로 가장 낮았다.
6. 지역에 따른 아황산염류의 함량은 충청지역이 타 지역에 비하여 일부 과채에서 유의한 차로 높았다.

감사의 글

본 연구에 협조하여 준 기기분석과 전 직원들께 감사를 드립니다.

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. Sullivan, D.M. and Smith, R.L. : Determination of sulfite in foods by ion chromatography. *Food Technology*, **35**, 45(1985)
4. 보건사회부 : 식품 등의 규격 및 기준. 서울, p.222(1986)

5. Thannhauser, T.W., Konishi, Y. and Scheraga, H. A. : Sensitive quantitative analysis of disulfide bonds in polypeptides and proteins. *Anal. Chem.* **138**, 181(1984)
6. Akasaka, K., Suzuki, T., Ohru, H. and Meguro, H. : Fluorometric determination of sulfite with N-(9-acridinyl)-maleimide for high performance liquid chromatography. *Agric. Biol. Chem.* **50**, 1139(1986)
7. Devrice, J.W., Ge, H., Ebert, F.J., Magnuson, J.M. and Ogawa, M.K. : Analysis for total sulfite in foods by using rapid distillation followed by redox titration. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **69**, 827(1986)
8. Beutler, H.O. : A new enzymatic method for determination of sulfites in food. *Food Chem.* **15**, 157(1984)
9. Markley, B., Meloma, C.E. and Lambert, J.L. : Test strip for the rapid identification of sulfite on foods. *Anal. Letters*, **19**, 37(1986)
10. Nieto, K.F. and Frankenberger, W.T. : Single column ion chromatography. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* **49**, 587(1985)
11. Wainwright, M. and Johnson, J. : Determination of sulfites in mineral soils. *Plant and Soil*, **54**, 299(1980)
12. Lindgren, M. and Cendergren, A. : Conditions for sulfite stabilization and determination by ion chromatography. *Anal. Chem. Acta*, **142**, 279(1982)
13. Imaizumi, N., Hayakawa, K., Okubo, N. and Miyazaki, M. : High performance liquid chromatographic analysis of sulfite using malachite green. *Chem. Pharm. Bull.* **29**, 3755(1981)
14. Wellburn, A.R. : Ion chromatographic determination of levels of anions in plastids from fumigated and non-fumigated barley seedlings. *New. Phytol.* **100**, 329(1985)
15. 정현수·소경택·김도환·오준세·허영선 : 자연식품중 아황산 함유량 조사. 충청남도 보건연구소 보고(1987)
16. 김갑수·김명희·이덕형 : 건조식품중의 아황산염류 사용실태 조사. 서울특별시 보건환경연구소보, **22**, 64(1986)
17. 중앙일보 : 1987. 6. 27일자
18. 주간한국 : 1987. 7. 19일자, p.50
19. Barnett, D. : Sulfites in foods: Their chemistry and analysis. *Food Tech. Australia*. **37**, 503(1985)
20. Modderman, J.P. : Focus on sulfite in food technological aspects of use of sulfiting agents in foods. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **69**, 1(1986)

(1988년 11월 14일 접수)