J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 4, pp. 303~309 (2010)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

건조에 따른 채소류 중의 이산화황함량 분석

하성용 · 김현정 · 우성민 · 이준배 · 조유진 · 김양선 · 반경녀 · 박종석 · 김희연 · 장영미 · 김미혜*
경인지방식품의약품안전청 시험분석센터 수입식품분석과

Study of Sulfur Dioxide Contents in Various Fresh Vegetables During the Drying Process

Sung Yong Ha, Hyun Jung Kim, Sung Min Woo, Jun Bae Lee, Yu Jin Cho, Yang Sun Kim, Kyeong Nyeo Bahn, Jong Seok Park, Hee Yun Kim, Young Mi Jang, and Meehye Kim*
Imported Food Analysis Division, Center for Food and Drug Analysis, Gyeongin Regional KFDA
(Received October 22, 2010/Revised October 27, 2010/Accepted November 1, 2010)

ABSTRACT - This study was planned to monitor the change in the content of sulfur dioxide during the drying process of fresh vegetables. The analysis of sulfur dioxide was conducted by the Optimized Monier-Williams Method based on the Korea Food Code. The samples were kinds of vegetables which consisted of naturally-originated sulfur compounds (green onion, onion, cabbage, garlic, radish leaves, radish). Fresh vegetables (n = 182) and dried vegetables (n = 41) purchased from different local areas were investigated for the content of sulfur dioxide. The fresh vegetables were dried at 50~60°C using hot-air dryer. The moisture contents of dried samples were adjusted to keep 10 percents. The contents of sulfur dioxide in self-dried vegetables were 104.6 mg/kg in green onion, 75.4 mg/kg in onion, 129.1 mg/kg in cabbage, 197.6 mg/kg in garlic, 23.0 mg/kg in radish leaves and 52.5 mg/kg in radish, respectively. The increase of sulfur dioxide content according to the moisture content reduction was different from the expected. It means that the contents of sulfur dioxide can be altered by other factors except moisture contents. This results can be utilized as materials for the safe management of sulfites of dried vegetables.

Key words : Dried Vegetables, Sulfites, Optimized Monier-Williams Method

아황산염류는 식품첨가물로서 채소의 건조시 효소의 활성을 저해하여 갈변현상을 방지하고 일정기간 잔류하면서 미생물에 의한 부패를 방지하여 표백과 보존의 목적으로 사용된다[1]. 국내 허용 아황산염류는 무수아황산(이산화황)을 포함하여 6종이며, 황훈증법(sulfuring), 아황산염용액침지법(sulfiting)등의 방법으로 사용된다[2]. 사람을 포함한 대부분의 포유동물의 세포내에는 아황산을 황산이온으로 산화시켜주는 효소(sulfite oxidase)가 존재하고[3], 또한 조리과정에서 제거되기 때문에 비교적 안전한 첨가물로 인식되어져 왔으며, 미국에서는 1959년에 GRAS(Generally Recognized As Safe)로 인정되었다[4]. 그러나 근래에 들어 첨가물의 안전성에 대한 의식수준의 향상과 더불어 특정질병의 유발가능성, 과민성반응(anaphylaxis)에 의한 사건이 사회적문제로 대두되면서[5] 새로운 표시기준의 적용, 신선식품에서는 사용금지, GRAS 항목 재설정 등 국가별 식품유형에 따라 사용을 제한하고 잔류량을 이산화황으로서 규제하고 있다.

식품중 아황산염류의 분석은 매우 다양한 방법이 연구되고 있는데[6,7], 현재 국내 식품공전에 제시된 방법은 모니어-윌리암스변법(Optimized Monier-Williams Method)[8]이다. 이 방법은 산성조건에서 아황산염류가 분해될 때, 발생하는 가스상 이산화황을 과산화수소를 사용하여 산화시킨 후, 생성된 수소이온농도를 정량하는 방법이다.

$$H_2SO_3 \rightarrow H_2O + SO_2(g)\uparrow \quad \text{(Decomposition)}$$
$$SO_2(g) + H_2O_2 \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \quad \text{(Oxidation)}$$
$$2H^+(aq) + 2NaOH \rightarrow 2Na^+ + 2H_2O \quad \text{(Titration)}$$

모니어-윌리암스변법은 전처리가 단순하고 식품유형에 크게 영향을 받지 않은 매우 유용한 장점을 가지고 있지만, 전처리 과정에서 휘발성유기산과 일부 황화합물이 분해되어 이산화황으로 검출되는 (false positive response) 단점이 있다[9]. 채소류 중 무, 무청, 마늘, 양파, 양배추, 파 등은 이러한 오차를 유발하는 식품들로서 이들 채소류는 고유

*Correspondence to: Meehye Kim, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Food Contaminants Division
Tel: 82-43-719-4251, Fax: 82-43-719-4250
Email : meehkim@korea.kr

의 향과 맛 뿐 아니라, 다양한 기능성 성분들로서 설파이드류(sulfides) 머캅탄류(mercaptane) 함황아미노산(sulfur-amino acid) 등을 함유하고 있으며[10], 이로 인하여 아황산염류를 실제 사용하지 않더라도 자연적으로 일정량이 검출된다. 이런 이유로 이들 식품에서는 실제 아황산염류의 사용여부와 그 잔류량을 파악하는데 어려움이 있었고, 이를 해결하기 위하여 자연발생량에 대한 조사가 지속적으로 이루어져 왔다[11]. 그러나 지금까지의 조사는 신선채소류를 중심으로 수행되었고, 일부 유통중인 건조채소류에 대해 조사된 바 있으나, 유통중인 건조채소류에서 검출된 값이 실제 아황산염류의 사용에 의한 것인지, 자연발생량인지에 대한 값인지 불명확하고, 실제 건조를 통해 나타나는 현상이나, 측정값에 대한 문헌은 부족한 실정이다. 오늘날 건조채소류는 인스턴트 식품산업의 발달과 운송의 편이성으로 인하여 사용량이 증가하고 있고, 건조시 표백과 보존의 목적으로 아황산처리를 할 가능성이 높지만 건조채소류의 자연발생량에 대한 자료가 부족하기 때문에 국민식생활의 안전한 관리를 위하여 건조채소류의 이산화황함량 자료는 시급히 필요한 것이라고 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 국민다소비 농산물 중 자연적으로 이산화황이 검출될 가능성이 있는 채소류를 대상으로 건조시 나타나는 변화와 이산화황 함량을 조사하여 건조채소류에 대한 자료를 수집하고 수입식품과 유통중인 건조채소류에 대한 안전한 관리를 위한 자료로서 사용하고자 한다.

재료 및 방법

시약 및 초자류

산 분해시 사용되는 염산용액은 반도체급 시약(Dongwoo Fine-Chem, Iksan, Kora)을 희석하여 사용하였다. 에탄올(B&J, Ulsan, Korea)은 HPLC급 시약을 사용하였다. 적정시 사용한 0.01 mol/L 수산화나트륨 표준용액(f = 1.00, 20ºC)은 용량분석용 제조시약(Wako Pure Chemical, 大阪, Japan)을 구매하여 유효기간내에 사용하였다. 3% 과산화수소 수용액은 분석용 특급시약(Junsei chemical, 東京, Japan)을 희석하여 사용하였다. 모든 시험에 사용된 증류수는 이온교환수지를 통과한 탈이온수를 사용하였다. 산증류시 발생하는 이산화황은 초고순도 질소가스를 이용하여 탈기하였다. 채소를 가공하기 위해 사용한 채소절단기는 화진정공사의 H.M.V-200을 사용하였다. 건조는 한국에너지공사의 열풍건조기(model-KJ-12, 규격 65 × 100 × 180, 소비전력 4 kw/h)를 사용하였다. 이산화황 분석장치는 식품공전(2005)에 제시된 장치를 사용하였다(Fig. 1).

분석방법

식품 중 아황산염류함량 분석은 모니어-윌리암스변법을 이용하였다. 플라스크(A)에 물 400 mL를 넣고 냉각기(B)에

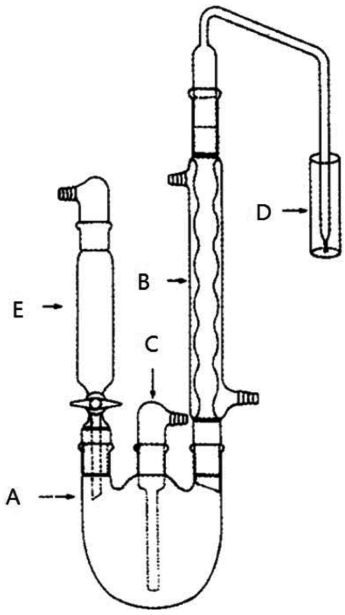

Fig. 1. Apparatus for Optimized Monier-Williams Method.

냉각수를 공급한 다음, 가스주입관(C)을 통하여 고순도 질소가스를 0.21 L/min 속도로 통과시키고, 수기(D)에는 3% 과산화수소용액 30 mL를 넣는다. 15분후 이산화황의 검출량이 500~1,500 μg 정도 되도록 시료량을 정밀히 측정하여 5% 에탄올 용액 100 mL와 혼합한 후 플라스크 (C)에 넣은 다음 4N 염산용액 90 mL를 주입한다. 1시간 45분동안 가열하면서 발생하는 이산화황을 고순도 질소가스를 0.21L/min의 유량으로 통기하면서 수기(D)의 과산화수소용액으로 포집한 후, 메틸레드 지시약을 사용하여 0.01N 수산화나트륨 용액으로 적정한다. 소비된 표준액의 양(mL)을 가지고 이산화황의 양을 산출한다. 0.01N 수산화나트륨 용액 1 mL는 이산화황 320 μg에 해당한다. 수분함량은 105ºC의 온도에서 상압가열건조법을 이용하여 측정하였다. 건조시료는 공기 중 수분을 빠르게 흡수하기 때문에 이로 인한 오차를 제거하기 위해 항상 아황산염류함량과 수분함량은 동시에 실험하였다.

[이산화황함량 계산식]

시료 중 이산화황의 농도 (mg/kg) = 320 × f × v/s

f : 0.01N 수산화나트륨용액의 역가

v : 0.01N 수산화나트륨용액의 소비량 (mL)

s : 시료의 량 (g)

시료구입

대상시료는 지금까지 천연유래가 보고된 채소류를 중심으로 무, 무잎, 마늘, 양배추, 양파 그리고 파 등 6품목을 선택하였다. 성분함량이 다른 시료를 구입하기 위하여 이에 가장 큰 영향을 주는 요소라고 할 수 있는 재배환경을 달리하여 수거하였다. 지역별로는 전국을 경기, 강원, 충청, 전

Tabel 1. The List of Collected Samples by Cultivated Regions

Region Name	Gyeong-gi	Gang-won	Chung-cheong	Jeolla	Gyeong-sang	Jeju	Processed food	Total
Radish	1	5	10	12	3	6	11	48
Radish leaves	1	2	4	10	1	6	7	31
Garlic	4	4	5	5	7	5	6	36
Cabbage	4	9	6	3	3	5	4	34
Onion	3	4	6	6	6	6	7	38
Green Onion	6	5	5	4	5	5	6	36
Total	19	29	36	40	25	33	41	223

라, 경상, 제주 등 6개 권역으로 구분하였고, 2008년도 1월부터 11월 사이에 지역별 대형할인마트, 농수산물시장, 재래시장 또는 경우에 따라서는 농가를 직접 방문하여 구입하였다. 단 생산시기와 지역 등이 제한된 경우에는 주 생산단지를 중심으로 구입하였다. 시료건수는 신선채소류 182건과 유통중인 건조채소류 41건, 총 223건을 구매하였다. 구입품목의 생산지역별 분류는 Table 1과 같다.

시료가공

시료는 비가식부위를 제거하고 표면에 붙어 있는 흙과 같은 이물은 흐르는 물을 이용하여 씻어주고 일정시간 거치하여 표면의 수분을 제거한 후 사용하였다. 채소절단기를 사용하여 일정크기로 절단하되, 마늘은 2 mm 두께, 무청은 5 cm 길이로, 무는 1 × 1 × 10 cm 정도의 크기로 절단하여 사용하였고, 나머지는 10 cm 두께로 썰어서 사용하였다. 건조가공시 품질향상을 목적으로 행하는 건조전전처리(blanching)는 조사결과 생산업체마다 방법이 다르고, 시행시 성분변화를 초래할 가능성이 있어 생략하였다. 건조는 외부공기를 가열 송풍하는 방식의 열풍건조를 사용하였고, 건조온도는 황등의 연구를 참조하여 50~60°C로 설정하였다[12,13]. 시료의 최종 수분함량은 자체 조사결과와 생산업체의 관리기준(5~10%)을 토대로 10% 정도로 설정하였다. 건조시간은 주변습도의 영향을 받기 때문에 일정하지는 않으나, 보통 2~3일 정도 소요되었다. 건조후 시료는 바로 분쇄기를 이용하여 분말화한 후 실험시까지 밀봉하며 냉동보관 하였다.

결과 및 고찰

건조시간에 따른 수분함량과 이산화황함량 변화

양파에 대하여 건조시간에 따른 수분함량과 이산화황함량의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에 수분함량(◆), 이산화황 측정값(■)과 예측값(▲)을 표기하였고, 건조시작부터 16시간에 이르는 초기 결과를 확대하여 (a)에 나타내었다. 예측값은 건조과정에서 수분만 감소하고 이산화황함량에 영향을 주는 다른 변화는 없다고 가정할 때 계산된 값이다. 건조초기(0~16시간)에 해당하는 Fig. 2(a)를 보면 수분함량(y_M)은 시간당 5.1%의 속도로 감소하였고, 이산화황함량(y_R)은 5.7 mg/kg의 속도로 증가하였다. 24시간 건조하였을 때(b) 이산화황함량은 101.2ppm으로 가장 높은 값으로 검출되었고, 72시간까지 건조를 진행한 결과 수분함량은 ~10%정도에서 평형상태를 이루지만, 이산화황은 62.5ppm까지 감소함을 볼 수 있었다. 수분함량이 일정함에도 불구하고 이산화황함량이 감소하는 것은 건조과정에서 이산화황함량에 영향을 주는 다른 요인이 있음을 의미한다. 이러한 변화는 측정값(y_R)과 예측값(y_E)의 그래프(a)를 비교하여 볼때, 건조초기부터 지속적으로 진행되고 있음을 알 수 있는데, 다만 건조초기에는 급격한 수분의 감소가 이산화황

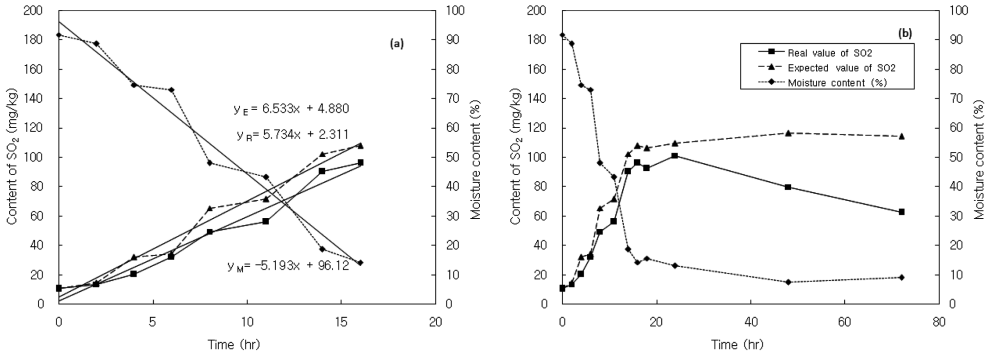

Fig. 2. The Monitoring of Sulfur Dioxide Contents by Drying Time (Onion, Dry Temp. 50°C, ◆ Moisture Content, ■ Real Value of SO_2, ▲ Expected Value of SO_2), (a) 0~16hr, (b) 0~72hr.

함량 증가에 가장 큰 영향을 주고, 가장 높은 측정값 이후(24h)에는 시료내에 특정성분들의 휘발 또는 물리화학적반응 등에 의한 변화가 더 큰 영향을 미친다고 여겨진다. 이는 건조방법, 온도와 같은 건조조건 및 시료의 구성 성분의 함량 및 특성에 따라서도 달라질 수 있음을 예상할 수 있다. 따라서 건조채소류의 이산화황함량은 단순히 수분함량의 변화에 의해서만 좌우되는 것이 아니며 시료의 성분 특성과 가공조건 등도 중요한 변수로 생각된다.

건조 후 이산화황함량의 측정값과 예상값의 비교

6품목 182건의 시료에 대한 이산화황 측정값을 각 품목별로 나누어 Fig. 3에 나타내었다. 각 그래프에서 x축은 시료의 개수를 의미하고, 각 개체의 건조전 이산화황 측정값을 오름차순으로 정렬하였다. y축은 이산화황의 농도로서 각 시료에 대하여 건조전(◆), 건조후(■) 측정값과 예측값(▲)을 나타내었다. 일부 품목을 제외한 거의 모든 경우에 있어서 건조후 측정값이 증가하였고, 증가형태를 몇가지로

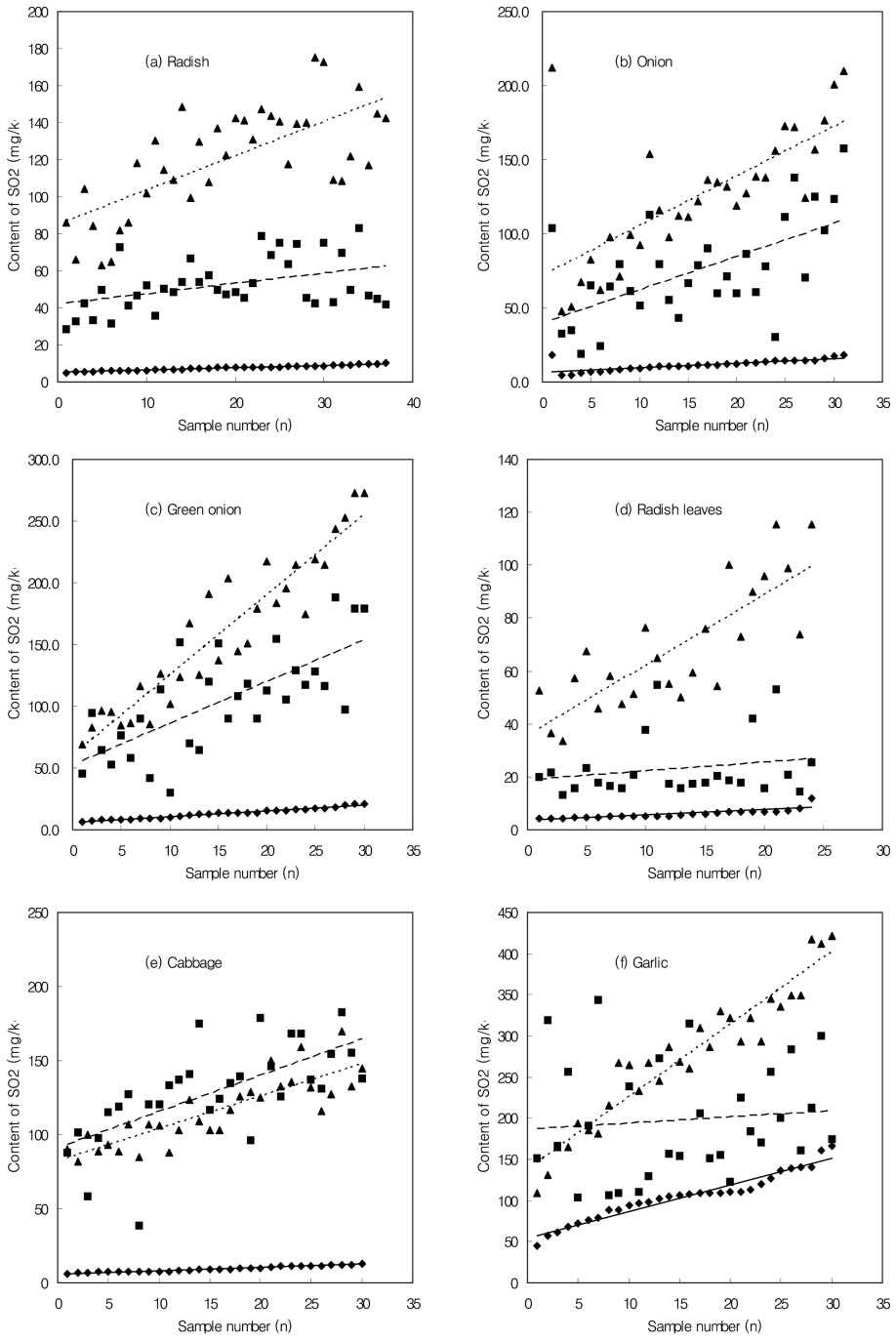

Fig. 3. The Difference between the Expected Value and the Measured Value (Dry Temp. 50~60°C, Final Moisture Content. ~10%, ◆ -Fresh Sample, ■ -Dried Sample, ▲ -Expected Value) (a) Radish, (b) Onion, (c) Green Onion, (d) Radish Leaves, (e) Cabbage, (f) Garlic.

그룹으로 분류할 수 있었다. 무, 양파, 파 등은 평균측정값이 평균예측값보다 각각 43, 60, 65% 적게 검출되었고, 무잎은 다른 시료들과 비교하여 건조후에도 이산화황함량이 크게 증가하지 않았으며, 검체간 측정값의 표준편차도 11.6 mg/kg으로 대상검체들 중에 가장 작은 값을 보여 주었다. 양배추는 측정값과 예측값이 큰 차이를 보이지 않는 특징이 있었다. 마늘은 측정값이 예측값보다 더 높은 수치로 검출되는 경우도 있는 등, 다른 시료와 비교하여 일관성이 부족한 결과를 보여주었다. 이와같은 결과는 각 품목별 함유성분의 특성과 건조과정에서 발생하는 영향으로 여겨진다. 무, 양파, 파의 경우는 수분의 감소와 더불어 시료내 황화합물의 휘발이 진행되기 때문이라고 볼 수 있다. 무잎은 건조전 시료의 이산화황 평균값이 다른 품목에 비해 가장 낮은 값(5.9 mg/kg)을 갖으며, 이것은 식품공전에서는 제시한 검출한계(10 mg/kg이하 불검출) 보다 작은 값으로서 불검출에 해당하며, 보여지는 결과는 이와 무관하지 않은 것으로 여겨진다. 양배추는 allyl isothiocyanate를 포함하고 있는데[14], 이는 고분자 합성시 사용하는 isothiocyanate와 유사한 구조를 가지고 있어서 건조시 화학적 변화를 거쳐 휘발되지 않고 잔류하는 것으로 예상된다. 마늘은 주요 황화합물의 하나로서 alliin을 약 2~3% 함유하고 있는데, 이는 조직 파쇄시 활성화된 allinase의 의해 allicin으로 변환되고 더 나아가 diallyl thiosulfinate와 diallyl disulfide로 분해된다고 보고되어 있다[15]. 이러한 효소반응은 건조과정에서도 일정시간 지속될 것이며 이로 인해 생성된 화합물과 잔존하는 미반응화합물 간의 함량차이와 이들 화합물간의 물리·화학적 특성의 차이로 인하여 휘발되는 정도나, 이산화황으로 검출되는 비율등이 달라져 나타난 결과라고 판단된다. 이러한 현상들은 향후 연구를 통하여 검증할 필요가 있다. 중요한 것은 이와같이 각 품목별로 다른 양상을 보여주는 결과는 건조채소류에서 자연적으로 검출되는 이산화황함량은 단순히 수분함량의 감소에만 영향을 받는 것은 아니며, 다양한 성분들의 물리적·화학적 변화와 건조조건 등도 중요한 변수로서 작용한다고 볼 수 있다. 따라서 건조채소류에 대한 이산화황 잔류량을 관리하기 위해서는 지금까지의 행하여져 온 것과 같이 지속적인 모니터링을 통한 충분한 기초자료의 축적과 더불어 실제 사용되어진 아황산염류를 선택적으로 정성·정량할수 있는 분석법의 개발과 적용이 필요하다고 본다.

건조전과 후의 이산화황 및 수분함량 결과

신선채소류 6종 182건에 대하여 건조전과 건조후에 나타나는 수분함량과 이산화황함량을 Table 2에 나타내었다. 건조전 채소류의 수분함량은 2006 제7개정판 식품성분표에 제시된 값들과 ±1% 범위내에서 일치하였다[16]. 무, 파, 양파, 양배추에 대한 평균 이산화황함량은 각각 7.5, 13.1, 11.4, 9.3 mg/kg으로서 김등[17]이 발표한 측정값과 유사하였고, 마늘은 104.6 mg/kg(max. 166.1 mg/kg)으로 다소 높게 검출되었으나, 김등[18]이 발표한 134.07ppm 보다는 낮게 검출되었다. 무잎에 대한 관련자료는 매우 미흡한 실정이어서 이번 결과가 더욱 유용하다고 볼 수 있다. 건조후 파, 양파, 양배추, 마늘, 무잎, 무에 대한 각각의 평균측정값은 104.5, 75.4, 129.1, 197.5, 23.0, 52.5 mg/kg 이었다. 건조된 시료를 품목별로 나누어 개체간 측정값의 표준편차를 비교해보면, 무잎이 11.6 mg/kg로 가장 낮고 마늘이 69.3 mg/kg으로 가장 높은데 이것은 건조하지 않은 시료의 표준편차 역시 각각 1.6 mg/kg와 29.3 mg/kg으로서 마늘이 다른 품목에 비해 높았다. 이것은 앞선 두 문헌에서도 동일하게 나타나는 현상이며, 동일한 품목에 대해서 이처럼 개체별 측정값의 표준편차가 큰 것은 품종이나, 재배지역 및 재배시기에 따른 구성성분의 차이로 볼 수 있고[19,20], 앞서 언급하였듯이 다른 품종과는 다른 성분화합물의 특성의 차이와 이러한 차이가 건조과정에서도 영향을 미쳐 나타는 결과로 판단된다.

자가건조한 건조채소류와 유통중인 건조채소류의 이산화황함량 비교

유통중인 건조채소류에 대한 수분함량과 천연유래 이산화황함량을 Table 3에 나타내었다. 실험에 사용된 건조채소류에서 검출된 이산화황함량은 실험실에서 자가건조한 검체의 측정값 범위안에 포함되어 있었다. 수거된 유통제

Table 2. The Contents of SO_2 and Moisture before and after Drying Process (Mean, Range)

Sample name	N	Before Drying		After Drying		Expected Value
		Moisture content (%) (Mean, Range)	SO_2 (mg/kg) (Mean, Range)	Moisture content (%) (Mean ± SD)	SO_2 (mg/kg) (Mean, Range)	SO_2 (mg/kg) (Mean, Range)
Green onion	30	92.3 ± 1.0	13.1 (6.0~21.1)	7.6 ± 1.1	104.6 (29.7~188.5)	160.9 (69.3~273.1)
Onion	31	91.6 ± 1.0	11.4 (4.6~18.3)	9.2 ± 1.9	75.4 (18.9~157.3)	125.5 (48.1~211.9)
Cabbage	30	92.7 ± 0.8	9.3 (6.3~12.6)	9.6 ± 1.1	129.1 (39.0~182.8)	115.7 (81.5~169.7)
Garlic	30	64.1 ± 2.8	104.6 (44.8~166.1)	6.7 ± 1.2	197.6 (103.4 ~344.0)	274.1 (109.4~ 421.7)
Radish leaves	24	91.3 ± 1.9	5.9 (4.1~11.7)	5.5 ± 2.1	23.0 (13.2~54.7)	68.7 (33.6 ~115.6)
Radish	37	94.2 ± 1.0	7.5 (4.8~10.2)	8.4 ± 1.0	52.5 (28.2~83.1)	120.2 (63.2~175.4)

Table 3. The SO_2 and Moisture Contents of Purchased Samples in Market-Circulation

Sample name	N	purchased dried-vegetables	
		Moisture content (%) (Mean, Range)	SO_2 (mg/kg) (Mean, Range)
Green onion	6	8.4 (6.3~12.4)	48.6 (28.8~65.3)
Onion	7	10.3 (7.3~12.8)	59.7 (41.1~81.6)
Cabbage	4	8.1 (5.8~12.0)	38.0 (22.0~76.1)
Garlic	6	8.2 (6.2~10.8)	217.5 (153.0~263.8)
Radish leaves	7	12.0 (5.1~20.0)	24.3 (9.8~32.3)
Radish	11	13.2 (6.6~20.0)	53.2 (11.0~76.1)

품들에 대해서는 건조시 아황산염류를 사용하지 않은 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 신선채소류의 건조전·후의 이산화황함량의 변화를 조사하여 건조채소류에 이산화황사용여부를 판단하기 위한 기초자료를 얻고자 시행하였다. 신선채소류 6품목 182건을 수거하여 열풍건조하였고, 건조온도는 50~60도에서 최총수분함량이 10%정도 되도록 건조하였다. 건조전 신선채소류의 측정값은 발표된 문헌과 유사하였고, 건조후 측정값은 파, 양파, 양배추, 마늘, 무잎, 그리고 무에서 각각 평균적으로 104.6, 75.4, 129.1, 197.6, 23.0, 52.4 mg/kg 검출되었다. 국내 유통중인 건조채소류 41건을 분석한 결과 실험실에서 전처리 없이 건조한 시료들보다는 적은 값이 검출되었고, 아황산처리를 하지 않은 것으로 판단할 수 있었다. 건조에 따른 이산화황함량 변화를 검토한 결과 이산화황함량은 수분이 감소함에 따라 증가하지만, 증가량은 수분감소량을 고려한 예측값과는 다른 결과를 보여 주었고, 그 형태는 품목마다 몇가지 그룹으로 분류할 수 있었다. 무, 양파, 파 등은 측정값이 예측값보다 적게 검출되었고, 무잎은 다른 시료에 비해 매우 낮은 값을 보여주었으며, 양배추는 유사한 값으로 검출되었다. 마늘의 경우는 측정값이 예측값보다 높은 경우도 있었으며, 일관성있는 결과를 얻을 수 없었다. 이것은 건조채소류에서 검출되는 이산화황함량은 단순하게 수분함량의 변화에 의해 좌우되는 것이 아님을 의미한다. 곧, 시료내에 이산화황함량에 영향을 주는 성분들이 건조과정중에 휘산 또는 효소반응등의 물리·화학적 변화가 수반되며, 수분의 감소가 시료내 이산화황함량의 증가에 중요한 요소이기는 하지만, 그 외에 함유 성분의 특성이나 건조조건 그리고 건조과정에서 발생하는 주요 성분들의 변화등도 의미있는 영향을 미칠 것임을 간접적으로 알 수 있었다. 결과적으로 수입 또는 유통중인 건조채소류에 대한 아황산염류 관리를 위해서는 각 품목별 특징도 고려되어야 한다. 이를 위해 지금까지와 같이 지속적으로 자연발생 이산화황함량에 대한 조사가 이루어져야 할 뿐 아니라 나아가 선택성있는 분석법의 검토가 진행되어야 한다고 생각된다. 본 연구결과는 건조채소류의 아황산염류의 안전한 관리를 위한 자료로서 활용되어질 것으로 판단된다.

참고문헌

1. A. C. ROBERTS. and D. J. McWEENY: The uses of sulphur dioxide in the food industry. *J. Fd Technol*, **7**, pp221-238 (1972).
2. JOSLYN MA, and BRAVERMAN JB.: The Chemistry and Technology of the Pretreatment and Preservation of Fruit and Vegetable Products with Sulfur Dioxide and Sulfites. *Adv Food Res*, **5**, pp97-160 (1954).
3. Feng, C., Tollin, G. and Enemark, J.H.: Sulfite oxidizing enzymes. *Biochim Biophys Acta*, **1774**, pp527-539 (2007).4. Taylor, S.L., Higley, N.A. and Bush, R.K.: Sulfite in foods. *Advances in Food Research*, **30**, pp1-76 (1986).
5. Daniels DH, Joe FL Jr, Warner CR, Longfellow SD, Fazio T, and Diachenko GW.: Survey of sulphites determined in a variety of foods by the optimized Monier-Williams method. *Food Addit Contam*, **9(4)**, pp283-289 (1992).
6. V. Craige Trenerry.: The determination of the sulphite content of some foods and beverages by capillary electrophoresis. *Food Chemistry,* **55(3)**, pp299-303 (1996).
7. Perfetti GA, Diachenko GW.: Determination of Sulfite in Dried Garlic by Reversed-Phase Ion-Pairing Liquid Chromatography with Post-Column Detection. *J AOAC Int*, **86(3)**, pp544-550 (2003).
8. Korean Food Code. Korean Food and Drug Administration, (2005).
9. Kang, K.J., Oh, G.S., Kim, H.I. and Choi, Y.H.: Naturally Occurring of Sulfur Dioxide in Medicinal Herbs (Crude Drug Materials) and Its Origin. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, **33(5)**, pp514-520 (2001).
10. Eric. Block, Sriram. Naganathan, David. Putman and Shu Hai. Zhao.: Allium chemistry : HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic(Ramsons), Leek, scallion, shallot, elephant (great-headed) garlic, chive, and Chinese chive. *J. Agric. Food Chem,* **40(12)**, pp2418-2430 (1992).
11. Mun, T.J. and Kim, K.J.: A study on contents of sulfites in fruits and vegetables. *Korean J. Food Preserv,* **13(4)**, pp432-437 (2006).
12. Hwang, K.T. and Rhim, J.W.: Effect of Various Pretreatments and Drying Methods on the Quality of Dried Vegetables. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, **26(6)**, pp805-813 (1994).
13. Chung, S.K., Seog, H.M. and Choi, J.U.: Changes in Volatile Sulfur Compounds of Garlic (*Allium sativum L.*) under Various Drying Temperatures. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL,* **26(6)**, pp679-682 (1994).
14. R. Troncoso, C. Espinoza, A. Sánchez-Estrada, M.E. Tiznado and Hugo S. García.: Analysis of the isothiocyanates present in cabbage leaves extract and their potential application to control Alternaria rot in bell peppers. *Food Research International*, **38**,

pp701-708 (2005).
15. Stoll A, and Seebeck E.: Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. *Adv. Enzymol*, **11**, pp377-400 (1951).
16. 식품성분표 제7개정판, 농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소, (2006).
17. Kim, H.Y., Lee, Y.J., Hong, K.H., Kwon, Y.K., Ko, H.S., Lee, Y.K. and Lee, C.W.: Studies on the contents of Naturally Occurring of Sulfite in Foods. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL,* **32(3)**, pp544-549 (2000).
18. 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**, pp218-222 (1989).
19. Shin, J.H., Ju, J.C., Kwen, O.C., Yang, S.M. and Lee, S.J.: Physicochemical and Physiological Activities of Garlic from Different Area. *Korean J. Food & Nutr*, **17(3)**, pp237-245 (2004).
20. Lee, Y.K., Sin, H.M., Woo, K.S., Hwang, I.G., Kang, T. and Jeong, H.: Relationship between Functional Quality of Garlic and Soil composition. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, **40(1)**, pp31-35 (2008).