



유통 강황의 이산화황, 중금속 및 쿠르쿠민 함량

이영주[†] · 김애경 · 김옥희 · 이춘영 · 이현경 · 정선옥 · 이새람 · 김희선 · 김일영 · 유인실 · 정 권
서울시보건환경연구원

Sulfur Dioxide, Heavy Metal and Curcumin Contents in Market-Available Turmeric (*Curcuma longa* L.)

Young Ju Lee[†], Ae Kyung Kim, Ouk Hee Kim, Chun Young Lee, Hyun Kyung Lee, Sun Ok Jung, Sae Ram Lee, Hee Sun Kim, Il Young Kim, In Sil Yu and Kweon Jung
Seoul Metropolitan Government Institute Of Health and Environment, Gwacheon 13818, Korea.

ABSTRACT

Background: Turmeric (*Curcuma longa* L.) that is used as a food material has antioxidant, anticancer and anti-inflammatory properties. Recently the demand for functional foods and drugs has increased. The present study was carried out to determined of contents of residual sulfur dioxide, heavy metals, ash, acid insoluble ash and curcuminoids in turmeric from the Seoul Yak-ryeong market.

Methods and Results: A total of 31 samples were obtained. Residual sulfur dioxide was not detected in any samples. Heavy metals (arsenic, cadmium, lead and mercury) were analyzed by ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer) and a mercury analyzer and were detected in the ranges of 0.00 - 0.28, 0.00 - 0.07, 0.00 - 0.29 and 0.002 - 0.027 mg/g respectively. No significant difference were observed between the average heavy metal contents of domestic and imported tumeric. However, average content of ash in domestic samples (7.8%) were significantly higher than that in imported samples (6.1%), whereas that of curcuminoids was significantly higher in imported samples (47.6 mg/g) than in domestic samples (11.2 mg/g). The average content of acid insoluble ash was not significantly different between two sample types (0.9% in each).

Conclusions: There are no specific standards for turmeric used as food materials. Therefore, this study can be provided as basic data for the establishment of quality standards for turmeric.

Key Words: *Curcuma longa* L., Curcuminoids, Heavy Metals, HPLC, Sulfur Dioxide, Turmeric

서 언

강황 (*Curcuma longa* L.)은 생강과에 속하는 다년생 초본으로 인도가 주 원산지이며 중국의 남부지역, 태국, 스리랑카, 인도네시아, 일본의 오키나와 등 열대와 아열대 지역에서 자생하는 (Oh *et al.*, 2011) 식물로서 약 40여 종의 독립종이 존재하며 대부분 외관상의 형태는 비슷하다 (Purseglove *et al.*, 1981). 외국에서는 turmeric이라 하여 고대부터 착색, 조미, 향신 등의 목적으로 사용되어 왔는데, 특히 인도에서는 카레 (curry powder)의 원료로 사용되고 있다. 또한 건조된 강황의

뿌리줄기로부터 에탄올, 유지 또는 유기용제로 추출한 황색 색소를 심황색소 (turmeric oleoresin)라 하여 EU, 미국, 일본 및 우리나라에서 천연 식품첨가제로 등록되어 사용하고 있는데, 이에 대한 안전성 관련 자료도 비교적 많은 편이다 (Lim *et al.*, 2013).

우리나라에서는 ‘세종실록지리지’, ‘신증동국여지승람’, ‘완산지’ 등 고문헌 기록에 의하면 전라북도 완주, 임실, 순창 등지에서 토산품으로 재배되었다는 기록이 있으며, 현재 국내에는 전남 진도, 순천 및 제주도 등으로 재배지역이 확대되고 있다. 민간요법과 전통의료 분야에서 오래 전부터 감기, 해열, 기침 등의

[†]Corresponding author: (Phone) +82-2-968-5089 (E-mail) neo798@seoul.go.kr

Received 2016 January 11 / 1st Revised 2016 January 29 / 2nd Revised 2016 February 5 / 3rd Revised 2016 February 14 / Accepted 2016 February 15
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.

한방 의약품에 사용되어 왔으며, 독특한 맛, 향, 색 등을 이용하여 식품으로도 널리 이용되었다. 강황의 주성분은 curcuminoids 계 (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin)의 색소성분과 ar-turmerone, α,β -turmerone, curlone, sesquiterpene 등 휘발성 정유 성분 (1.5-5.5% 함유)으로 알려져 있다 (Sharma *et al.*, 2005).

Curcuminoids 성분은 천연염료 개발 (Cho *et al.*, 1997), 항염 (Lee and Cho, 2007), 통증 억제 (Kim *et al.*, 2008), 항산화 (Kang *et al.*, 1998), 항암 (Ryu *et al.*, 2005) 등의 연구가 있으며, 기능성 식품의 가공 생산 (Kim *et al.*, 2005)에서도 활용되고 있다. 최근 들어 다양한 매체를 통해 강황의 효능이 알려지면서 우리나라 남부지역 (진도 등)의 재배 농가가 증가하고 있는데, 농림축산식품부의 ‘특용작물생산실적’에 의하면 2009년에는 361톤에서 2010년에는 709톤 (MAFRA, 2010, 2011)으로 증가한 것으로 나타났으며 2010년 외교통상부의 한국과 인도간의 CEPA (Comprehensive Economic Partnership Agreement) 발효 성과보고에 의하면 인도산 강황의 수입은 2009년에 약 68만 불에서 2010년에 약 120만 불로 증가하였다고 밝혔다. 이처럼 강황의 국내 생산량과 수입량이 증가되고 있음을 알 수 있다.

우리나라에서 강황은 한약재와 식품원료로 구분하여 사용하고 있으며, 한약재 강황은 약사법과 대한민국약전을 근거로 규격품 한약재로서 품질안전관리가 이루어지고 있다. 대한민국 약전에는 강황을 *Curcuma longa* Linn의 뿌리줄기로서 속이 익을 때까지 삶거나 찌서 말린 것으로 정의 한다 (MFDS, 2014a). 그 기원식물과 약용부위 등의 성상을 규정하여 진위를 판별할 수 있는 근거가 마련되어 있고 확인시험, 회분, 산불용성회분, 지표성분의 함량검사, 중금속, 잔류농약, 잔류 이산화황 등의 규격 검사로 품질안전성을 확보할 수 있도록 규정하고 있다. 한편 식품원료 강황은 식품위생법과 식품공전 등을 근거로 관리되고 있는데, 식품공전에서 강황은 ‘식품에 제한적으로 사용할 수 있는 원료’로 구분되며 울금의 이명으로 수록하고 있다 (MFDS, 2014b). 또한 잔류농약과 이산화황의 허용기준이 설정되어 있으나, 지표성분의 함량 기준은 마련되어 있지 않다.

따라서 본 실험은 일반인들이 쉽게 이용할 수 있는 식품원료 강황을 대상으로 이산화황, 중금속 등 유해물질과 회분, 산불용성 회분, 지표성분의 함량 분석으로 품질실태를 파악하여 향후 식품원료 강황의 품질규격 마련의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험은 2014년 8월에서 2015년 5월에 걸쳐 서울약령시

Table 1. Classification of *Curcuma longa* L. by their country of origin.

Appearance	No. of samples			Remark
	Total	Domestic	Imported	
Raw material	21	13	8	Indo (7) Indonesia (1)
Powder material	10	5	5	Indo (4) Indonesia (1)

장에서 구입한 식품원료 강황 (*Curcuma longa* L.)을 실험재료로 사용하였다. 강황은 임농산물로 표기된 식품용으로 약 600 g씩 포장하여 판매되고 있는 것들이었다. 총 31개의 시료 중 21개는 삶거나 찌서 말렸거나 절편으로 자른 형태였으며, 나머지 10개의 시료는 분말 형태였다. 그 중 형태를 알아볼 수 있는 21개의 강황 시료를 대상으로 하여 동국대학교 이제현 교수로부터 성상감별하여 확인하였다. 원산지는 포장지의 원산지 표기를 따랐으며 국산 18건과 수입 13건 이었다 (Table 1). 각각의 강황은 포장된 전부를 분쇄기 (ARTRON DA-337, Daesung Artlon Co., Paju, Korea)로 분쇄하여 균질화한 후 100 mesh 이하의 분말로 만들어 밀봉하고 -20°C 에서 보관하며 실험 재료로 사용하였다.

2. 중금속 분석

식품공전 일반시험법의 중금속 시험법 (MFDS, 2013)에 따라 비소, 카드뮴, 납, 수은 등 4종을 분석하였다. 실험 전처리 는 시료 약 0.8 g을 분해 용기에 넣고 질산 6 ml를 가한 후 용기를 후드 안에 잠시 둔 후 발생된 가스를 제거하고 용기를 밀폐한 후 MARS-5 microwave digestion system (CEM Corporation, Matthews, NC, USA)을 이용하여 분해하였다. 분해 후 시료용액을 잠시 두어 식힌 후 초순수를 가해 20 ml로 만든 후 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

중금속의 분석기기는 Octapole Reaction System (ORS)이 부착된 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS, Agilent 7500ce, Agilent, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며 분석조건은 Table 2와 같다. 비소, 카드뮴, 납의 표준용액은 ICP-MS용 multi-element standard 10 g/ml (Merck, Darmstadt, Germany)를 5% 질산으로 희석하여 0.5 - 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위로 검량선을 작성하였다. 수은은 자동시료주입기가 장착된 Mercury analyzer (MA-2, Nippon Instruments Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 가열기화금아말감법 (combustion-gold amalgamation method)으로 파장 253.7 nm에서 분석하였으며 분석 조건은 Table 3과 같다. 표준용액은 mercury standard solution (Kanto Chemical Co., Inc. Tokyo, Japan)을 사용하였으며, 0.001% L-시스테인 (98%, Nacalai Tesque Inc., Kyoto, Japan) 용액으로 희석하여 0.5 - 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위로 검량선을 작성하였다.

Table 2. The operating conditions of ICP-MS.

Descriptions	Conditions
Rf power	1,500 W
Ar plasma gas	15.0 l /min
Ar carrier gas	0.85 l /min
Ar auxiliary gas	0.27 l /min
Total acquisition time/replicate	7.28
Total acquisition time/sample	21.84
As/Mass	75
Cd/Mass	114
Pb/Mass	208

Table 3. The operating conditions of mercury analyzer.

Descriptions	Conditions
Mode selector	Standard : 1, Sample : 2
Gas washing bottle	Buffer solution : H ₂ O = 1 : 1
Flow meter	0.5 l /min
Mercury collector H ₃	Preheating at about 160°C
Decomposing furnace H ₂	Heated at about 850°C
Heating mode	Two available modes
Heating temperature	600°C
Additive	Standard : Unnecessary, Sample : M + S + M + B + M ¹⁾

¹⁾M; Sodium carbonate anhydrous : Calcium hydroxide = 1 : 1, S; Sample, B; Aluminium oxide anhydrous.

3. 이산화황 분석

이산화황은 식품공전의 일반시험법 (MFDS, 2013)의 Monier-Williams method에 따라 시험하였다. 플라스크에 초순수 400 ml를 넣고 분액 깔대기 코크를 잠근 후 4 N 염산용액 90 ml를 넣었다. 물을 채운 냉각기에 가스 주입관을 통하여 질소가스를 0.21 l/min 속도로 통과시키고, 둥근 플라스크에는 methyl red (Junsei chemical, Tokyo, Japan) 지시약을 첨가된 3% 과산화수소 30 ml를 주입하였다. 15분 후 분액 깔대기를 제거 후 시료 50 g에 5% 에탄올 100 ml와 함께 분액여두를 통하여 플라스크에 넣고 1시간 45분 동안 가열한 후 0.01 N 수산화나트륨 (Wako, Osaka, Japan)으로 20초간 지속하면서 황색이 될 때까지 적정하여 이산화황 함량을 계산하였다.

$$0.01 \text{ N NaOH } 1 \text{ ml} = 320 \mu\text{g (SO}_2\text{)}$$

$$\text{SO}_2 \text{ (mg/kg)} = 320 \times V \times F/S$$

[V = 0.01 N NaOH 소비량 (ml), F = 0.01 N NaOH 역가, S = 시료량 (g)]

4. 회분 및 산불용성 회분 분석

회분 및 산불용성 회분은 식품공전의 일반시험법 (MFDS,

2013)에 따라 시험하였다. 500°C에서 미리 한번 가열한 후 꺼내어 식힌 도가니에 시료 2-4 g을 넣고 예비탄화한 후 550°C에서 4시간 이상 회화로에서 회화한 후 잔류물의 무게가 일정하게 될 때까지 회화하고 그대로 식힌 다음 그 무게를 달아 회분 함량을 구했다. 산불용성 회분은 회화한 도가니에 10% 염산을 넣고 가온한 후에 불용물을 정량 여과지 No. 5A (Advantec MFS, Inc., Tokyo, Japan)로 여과 후 여과지를 건조 시키고 3시간 가열한 후 식히고 난 후 산불용성 회분 함량을 구하였다.

5. Curcuminoids 분석

Curcuminoids 함량 분석은 식품의약품안전처 고시법에 따라 (MFDS, 2014c) 강황 정량법에 준하여 Curcumin (CCM), Demethoxycurcumin (DMC), Bisdemethoxycurcumin (BDC) 3가지 물질을 분석하였다. 시료의 추출 및 분석에 사용된 아세토니트릴, 초산, 메탄올은 Fisher사 (Fisher Scientific Co., Ontario, Canada)의 HPLC급 제품을 사용하였다. 분말 시료 약 0.1 g에 70% 메탄올 50 ml를 넣고 초음파 추출기 (Branson 8800, Emerson Industrial Automation, Danbury, CT, USA)로 추출한 후 여과지로 여과한 후 0.45 μm syringe filter (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)로 통과시켜 검액으로 사용하였다.

HPLC는 DAD detector가 장착된 Agilent 1100 series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 column은 Agilent zorbax C18 (4.6 mm, 5 μm)을 연결하여 초순수 (2% 초산) : 아세토니트릴 (35 : 65, v/v) 이동상을 이용하여 1.0 ml/min의 유량으로 상온에서 10 μl로 주입하여 흡광도 420 nm에서 측정하여 분석하였다. 분석에 사용된 표준품 curcumin과 demethoxycurcumin은 Sigma-Aldrich사 (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 bisdemethoxycurcumin은 Chromadex사 (ChromaDex, Inc., Irvine, CA, USA)를 사용하였다. 표준품은 70% 메탄올로 용해시킨 후 10 - 100 mg/l로 조제하여 검량선을 작성하였다.

6. 통계분석

실험의 결과들은 3반복 평균 수치와 표준편차로 나타내었으며, 통계분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Science, 2.0 K, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 식품원료 강황의 유통 실태

서울약령시장에서 유통, 판매되고 있는 식품원료 강황 (*Curcuma longa* L.)은 원형, 절편 및 분말 형태로 유통되고 있었으며, 모두 원산지 표기가 되어 있었다. 그러나 원산지 외

Table 4. Definitions and classification of turmeric by KP and KFSC.

Group	Korean name	Part used	English name	Scientific name	Binomial nomenclature	
KP ¹⁾	Gangwhang	Rhizoma	Curcumae longae Rhizoma	<i>Curcumae longae</i> Rizoma	-	
	Onulgeum			<i>Curcuma wenyujin</i>	-	
	Ulgeum	Gangwhang	Radix	Curcumae longae	<i>Curcuma longa</i>	-
		Gwangseoachul Bongachul			<i>Curcuma kwangsiensis</i> <i>Curcuma phaeocaulis</i>	- -
KFSC ²⁾	Ulgeum	Rhizoma	Curcuma root (turmeric)	<i>Curcuma domestica</i> <i>Curcuma longa</i> <i>Curcuma aromatica</i>	turmeric or curcuma	

¹⁾KP; The Korean Pharmacopoeia 11th edition, ²⁾KFSC; The Korean Food Standards Codex.

의 재배산지, 생산자, 재배년도 등의 표기가 없는 것이 대부분이었다. 31건 시료 중 11건만이 재배산지 (진도와 임실)가 표기되어 있었으며, 재배년도 (유통기한)가 아닌 포장일이 기입된 시료가 31건 시료 중 국산 6건으로 제품표기가 미흡한 것으로 나타났다. 수집된 시료 31건 중 감별이 어려운 분말 형태 10건을 제외한 나머지 21건은 정상감별을 통해 강황의 진위여부를 확인한 결과 모두 강황이었다. 그러나 이들 31건의 제품명은 ‘강황’ 또는 ‘강황 (울금)’으로 표기되어 있었으며, 그 중 혼용 표기된 것이 7건으로 강황과 울금이 동일한 식품처럼 유통되고 있는 것으로 조사되었다.

한약재 강황은 대한민국약전에서 *Curcuma longa* L.의 뿌리줄기, 울금은 덩이뿌리로 그 기원식물은 같으나 사용 부위가 다른 한약재로 규정하고 있다. 반면, 식품원료 강황은 식품공전에서 *Curcuma domestica*, *Curcuma longa*, *Curcuma aromatica*의 뿌리줄기로서 울금의 이명으로 수록 (MFDS, 2014b)하여 이 둘을 동일한 것으로 규정하고 있다 (Table 4). 이처럼 두 공정서의 차이로 강황과 울금이 구별 없이 사용되어 온 것으로 추측된다. 2001년 식품의약품안전처의 생약한약재의 품질 표준화 연구의 연구보고서 (KFDA, 2001)에 따르면 당시 중국에서는 강황과 울금을 엄격히 구분, 분리하지 않고 함께 사용, 판매하는 것으로 확인되었으며, 국내 약령시장에서 유통되는 울금을 수집한 결과 50개 중 1개만 울금이며 나머지는 강황으로 판별되어 국내 또한 강황과 울금의 확실한 구분 없이 유통, 판매됨을 확인할 수 있었다고 밝혔다.

한약재 강황의 지표성분 기준설정을 위한 연구 (Whang, 2007)에 따르면 *Curcuma longa* L.의 뿌리줄기 (rhizoma)인 강황은 curcumin 등 3종 지표물질이 검출되지만, 덩이뿌리 (radix)인 울금은 이들 성분이 검출되지 않는다고 보고한 바 있다. 또한 한의학적 관점에서 볼 때, 강황과 울금은 동일 식물이지만 서로 기미 (氣味)가 다른데, 강황은 따뜻하고 (辛苦溫) 울금은 찬 (苦辛寒) 성질로 그 효능이 서로 다르다고 하였

다 (Kim, 2011). 이처럼 강황과 울금은 그 기원식물은 같으나 사용부위가 다르며 유효성분과 효능 (성질)에 있어서도 다르므로 엄격히 구분되어 사용되어야 한다. 하지만 공정서간의 구분이 서로 다르고 오랜 시간동안 같은 식품으로 인식하여 사용하는 것으로 확인되었다. 따라서 이 두 종의 식물의 기원이 불명확하게 유통, 섭취되는 것은 바람직하지 않으므로 규격기준 설정 등을 통한 법규상 재정비가 필요하다.

2. 중금속

강황의 중금속 분석 결과 납, 비소, 카드뮴의 검량선은 0.5-100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 농도에서 $r=0.9995$ 이상의 직선성을 보였으며, 수은은 2.0-20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 농도에서 $r=0.9999$ 을 보였다. ICP-MS 및 수은분석기를 이용한 납, 비소, 카드뮴, 수은의 MLD (Method Limit Detect)는 0.089, 0.011, 0.020, 0.009 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다. 국산의 검출 평균값은 납 0.10, 비소 0.02, 카드뮴 0.08, 수은 0.004 mg/kg 이었으며, 수입의 검출 평균값은 납 0.07, 비소 0.02, 카드뮴 0.04, 수은 0.006 mg/kg 으로 나타났다 (Table 5). 각 중금속 분석 결과 국산과 수입 간의 유의적인 차이는 없었으며, 국산 강황의 납 (0.01-0.28)과 카드뮴 (0.00-0.29)의 함량은 넓은 범위로 검출되었는데, 다용한약재의 산지별 중금속 농도를 연구한 Kim 등 (2012)에 따르면, 국산 한약재 중 사용부위가 뿌리줄기인 생강은 납 0.00-2.83, 카드뮴은 0.00-0.42 mg/kg 을 천궁은 납 0.00-2.18, 카드뮴 0.00-0.80 mg/kg 을 나타냈으며, 유통 한약재 중 사용부위가 뿌리줄기인 국산 천남성은 납 N.D.-0.23, 카드뮴 0.02-0.08 mg/kg 을 나타내어 (Lee et al., 2008) 본 조사와 유사하게 넓은 범위로 검출됨을 확인할 수 있었다. 또한 Kang (2007)은 한약재 강황의 중금속 분석 중 카드뮴, 수은, 크롬은 불검출되었고, 납과 비소는 채취시기별로 불규칙하게 극미량 검출되었으며, Jang 등 (2012)은 한약재 중 사용부위가 뿌리줄기인 세신과 택사에서도 비소와 수은의 함량이 대부분 미량 검출되

Table 5. Heavy metal contents in market-available *Curcuma longa* L.

Country of origin (No. of samples)	Contents of heavy metal (mg/kg)			
	Pb	As	Cd	Hg
Total (31)	0.09 ± 0.06 (0.00 - 0.28)	0.02 ± 0.02 (0.00 - 0.07)	0.06 ± 0.09 (0.00 - 0.29)	0.005 ± 0.004 (0.002 - 0.004)
Domestic (18)	0.10 ± 0.06 (0.01 - 0.28)	0.02 ± 0.02 (0.00 - 0.07)	0.08 ± 0.11 (0.00 - 0.29)	0.004 ± 0.001 (0.002 - 0.007)
Subtotal	0.07 ± 0.05 (0.00 - 0.14)	0.02 ± 0.02 (0.00 - 0.05)	0.04 ± 0.05 (0.00 - 0.17)	0.006 ± 0.006 (0.003 - 0.027)
Imported (13)				
India (11)	0.06 ± 0.05 (0.00 - 0.14)	0.03 ± 0.02 (0.00 - 0.05)	0.04 ± 0.05 (0.00 - 0.17)	0.006 ± 0.007 (0.003 - 0.027)
Indonesia(2)	0.07 ± 0.09 (0.00 - 0.14)	0.00 ± 0.00 (0.00 - 0.00)	0.06 ± 0.06 (0.01 - 0.10)	0.005 ± 0.001 (0.004 - 0.006)

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

었다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 확인할 수 있었다. 한약재는 식품의약품안전처에서 2006년부터 개별 중금속 허용 기준 (KFDA, 2005)을 적용하여 지속적인 관리를 하는 반면, 식품원료 강황은 식품공전에서 향신료로 분류되어 있을 뿐 규격기준이 없으므로 지속적인 모니터링 및 평가가 필요하다고 판단된다.

3. 이산화황

강황의 이산화황 분석 결과 모든 제품에서 이산화황이 검출되지 않았다 (Table 6). 식품공전에 따라 검출 농도 10 mg/kg 미만을 정량한계로 보았으며, 강황은 첨가물공전에서 기타식품으로 분류되어 30 mg/kg 이하의 기준이 설정되어 있다. 서울 지역 유통 한약재의 이산화황 실태조사에 따르면 2009년에는 평균 0.6 mg/kg (Yoon *et al.*, 2010), 2010년에는 평균 5.7 mg/kg로 조사되어 불검출된 것으로 나타났으며 사용부위가 같은 골쇄보, 산약, 절괘모, 천마 등은 각각 158.7, 384.8, 196.3, 534.6 mg/kg로 조사되었다고 밝혔다 (Jung *et al.*, 2011). 같은 사용 부위임에도 결과의 차이가 크게 나타난 것은 일반적으로 약용식물은 장기간 보존과 절단면의 갈변을 방지하고 색을 희게 유지하여 외관 품질을 향상시키고 빠른 건조를 위해 유황훈증, 연탄건조 등의 방법이 사용되고 있는데 (Oh *et al.*, 2007), 건조나 표백의 목적으로 같은 양의 이황산염류를 사용하였다더라도 사용부위나 고유의 형태학적 특징에 따라서 그 잔류량의 차이가 크게 난다는 연구 (Sin *et al.*, 2004) 결과가 있다. 일반적으로 인도산 강황은 수확 후 씻어 삶거나 스팀처리를 하여 강황의 생명력 및 생취 제거, 성분 중 전분을 호화시켜 색의 균일화하거나 건조시간을 단축할 목적으로 시행되며 삶은 강황은 자연건조나 열풍건조를 실시하는데 (Sankaracharya and Natarajan, 1975) 이처럼 강황의 건조 과정 중이나 형태학적으로 특이성을 지녀 강황의 이산화황이 검출되지 않은 것으로 보인다.

Table 6. Residue sulfur dioxide contents in market-available *Curcuma longa* L.

Country of origin (No. of samples)	Contents of sulfur dioxide (mg/kg)
Domestic (18)	ND ¹⁾
Imported (13)	
India (11)	ND
Indonesia (2)	ND

¹⁾ND; Not detected is less than 10 mg/kg in KFSC (The Korean Food Standards Codex).

Table 7. Contents of ash and acid insoluble ash in market-available *Curcuma longa* L.

Country of origin (No. of samples)	Ash (%)	Acid insoluble ash (%)
Total (31)	7.1 ± 1.6 (3.8 - 11.3)	0.9 ± 0.2 (0.5 - 1.4)
Domestic (18)	7.8 ± 1.5* (6.3 - 11.3)	0.9 ± 0.2 (0.5 - 1.4)
Subtotal	6.1 ± 1.1* (3.8 - 7.9)	0.9 ± 0.2 (0.6 - 1.3)
Imported (13)		
India (11)	6.4 ± 0.9 (5.2 - 7.9)	0.9 ± 0.2 (0.6 - 1.3)
Indonesia (2)	4.4 ± 0.9 (3.8 - 5.0)	1.0 ± 0.4 (0.7 - 1.3)

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. Statistical difference (**p* < 0.05).

4. 회분, 산불용성 회분

강황의 회분과 산불용성 회분을 분석한 결과 Table 7과 같다. 전체 강황의 회분은 3.8 - 11.3%, 산불용성 회분은 0.5 - 1.4%로 나타났다. 회분의 검출 평균값은 국산 7.8%, 수입 6.1%이었으며, 국산과 수입 간의 비교 결과 국산이 유의적으로 높았다. 산불용성 회분의 검출 평균값은 국산과 수입 모두 0.9%로 국산과 수입 간의 유의성이 인정되지 않았다. 회분과

산불용성 회분 검사는 제품에 묻어있는 흙이나 이물의 정도를 측정함으로써 생산, 유통 중에 위생적인 관리가 이루어지는지를 알아보는 역할을 하는데, 한약재 강황은 대한민국의약전에서 회분 7.0%, 산불용성 회분 1.0% 이하의 규격기준으로 관리가 이루어지고 있다 (MFDS, 2014a). 본 실험결과 회분은 국산 (6.3 - 11.3%)이 수입 (3.8 - 7.9%) 보다 넓은 분포로 검출되어, 품질관리의 편차가 큰 것으로 나타나 식품원료 강황의 위생 관리를 위한 가이드 설정이 필요하다.

5. Curcuminoids

강황의 지표물질 3종의 크로마토그램은 Fig. 1과 같으며, 각각의 지표물질은 BDC 9.2분, DMC 10.5분, CCM 12.1분대의 검출 시간으로 양호하게 분리되었다. 지표물질 각각의 MLD (Method Detection Limit)는 0.001 mg/ml 이었으며, 지표물질 함량의 분석 결과는 Table 8과 같다. 강황의 curcuminoids의 함량은 BDC, DMC, CCM의 합으로서 나타내는데, 국산 강황의

curcuminoids는 11.2 mg/g로 나타났으며 그 중 CCM (7.7 mg/g)의 함량이 제일 높았다. 수입 강황의 curcuminoids는 47.6 mg/g로 나타났으며 국산과 마찬가지로 CCM (31.2 mg/g)의 함량이 제일 높게 나타났으며 Kim 등 (2005)과 같이 각 지표물질의 검출량이 CCM, DMC, BDC 순서로 높게 나타나는 유사한 결과를 나타냈다. 통계결과 각 지표물질 모두 수입 강황이 국산 강황 보다 유의적으로 높게 나타났다. 나라별로 강황의 주 원산지인 인도산이 제일 높았고, 국산은 수입보다 낮았는데, 이는 아마도 우리나라 진도지역에 1990년 중반 일본 오키나와에서 도입된 종경으로 일부 재배는 되고 있으나 일교차가 큰 대륙성 기후인 우리나라는 열대지역이 주 원산지인 강황의 재배환경이 적합하지 않으므로 수입 강황 보다 지표물질의 함량이 낮은 것으로 보인다. 또한 우리나라에 유통되고 있는 강황은 주로 한약재로 수입하여 사용했기 때문에 재배학적 연구가 부족한 실정이다 (Choi, 2004). 국산 농가에서 수집한 강황의 신선한 뿌리를 동결 건조한 후 분석한 연구

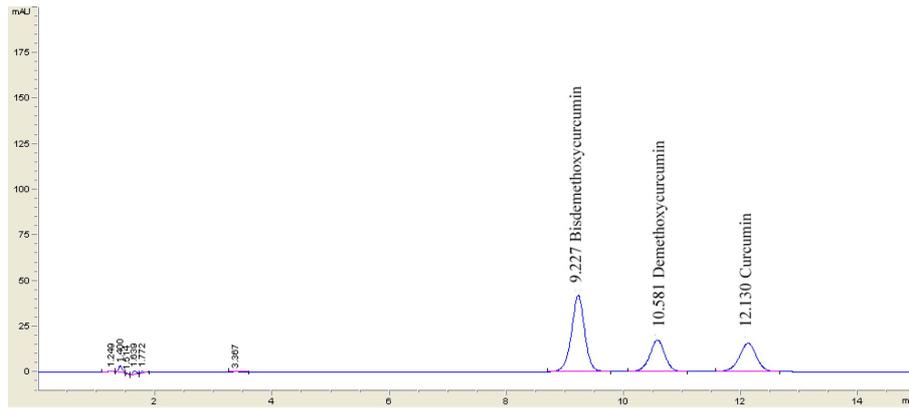


Fig. 1. Chromatograms of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin at 420 nm.

Table 8. Contents of curcuminoids in *Curcuma longa* L. by KP 11 method.

Country of origin (No. of samples)	Contents of curcuminoids (mg/g)			
	BDC ¹⁾	DMC ²⁾	CCM ³⁾	Curcuminoids ⁴⁾
Total (31)	3.4 ± 4.1 (0.2 - 14.9)	5.5 ± 5.1 (0.5 - 18.6)	17.6 ± 16.2 (2.7 - 58.6)	26.5 ± 25.0 (5.6 - 92.1)
Domestic (18)	1.2 ± 0.5* (0.2 - 2.4)	2.2 ± 0.7* (0.5 - 3.7)	7.7 ± 2.5* (2.7 - 11.6)	11.2 ± 3.4* (5.6 - 17.0)
Subtotal	6.4 ± 5.0* (1.1 - 14.9)	10.1 ± 5.0* (3.6 - 18.6)	31.2 ± 17.4* (7.7 - 58.6)	47.6 ± 26.7* (12.5 - 92.1)
Imported (13)	7.3 ± 4.9 (1.1 - 14.9)	11.1 ± 4.8 (5.7 - 18.6)	34.7 ± 16.4 (17.0 - 58.6)	53.1 ± 25.2 (23.8 - 92.1)
	Indonesia (2)	1.2 ± 0.1 (1.1 - 1.2)	4.6 ± 1.3 (3.6 - 5.5)	11.8 ± 5.7 (7.7 - 15.8)

¹⁾BDC; Bisdemethoxycurcumin, ²⁾DCM; Demethoxycurcumin, ³⁾CCM; Curcumin, ⁴⁾curcuminoids are total contents of BDC, DCM and CCM. Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. Statistical difference (*p < 0.05).

에 따르면 (Kim *et al.*, 2005) curcuminoids 함량은 102.7-251.3 mg/g으로 나타나 본 실험의 국산 강황의 함량 결과 (5.6-17.0 mg/g)와 큰 차이를 나타내고 있다. 이는 저장조건에 따른 지표물질의 변화는 냉동 저장한 강황은 변화가 없었으나 상온 저장한 강황은 60일 이후부터 함량이 급격히 낮아졌으며 빛, 산소나 온도에 의해 색소성분이 변하는 것으로 나타났다고 했으며, Wang 등 (1997)에 따르면 curcumin 성분은 염기성, 염기성 용매, 산소 또는 빛에 불안정하며 온도에 의해 분해가 촉진된다고 하였다. 따라서 본 연구에 사용된 강황은 재배와 유통 중에 햇빛, 산소나 온도 변화에 노출되었고 비닐포장 상태로 판매되고 있었기 때문에 curcuminoids 함량의 손실 가능성을 예측할 수 있다. 그러므로 유통 강황의 포장 및 보관 등의 적절한 관리가 필요하다 할 수 있다. 현재 강황은 유효성분의 연구, 개발과 함께 소비가 증가되고 있으나, 국제기구인 JECFA (FAP/WHO 합동 식품첨가물 전문가위원회)에서는 curcuminoids의 일일 허용섭취량을 3 mg/kg/bw/day로 제한하고 있어 과다섭취에 대한 주의가 필요하다. 본 연구결과 인도산에서 92.1 mg/g의 curcuminoids가 검출된 것으로 볼 때 질병예방, 건강 증진 등을 목적으로 강황을 섭취하기 위하여 유효성과 안전성을 고려한 적정 섭취기준이 제시되어야 할 것이다.

REFERENCES

- Cho SS, Song HS and Kim BH.** (1997). The dyeability properties of some yellow natural dyes(PartII): Extracted from turmeric. Journal of the Korean society of Clothing and Textiles. 21:1051-1059.
- Choi SK.** (2004). Growth characteristics of *Curcuma longa* L. in southern part of Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:85-88.
- 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 SK.** (2007). Changes in organic acid, mineral, color, curcumin and bitter substance of *Curcuma longa* L. and *Curcuma aromatica* Salib according to picking time. Korean Journal of Food Preservation. 14:633-638.
- Kang SW, Kim JH, Park EJ and Yoon KR.** (1998). Antioxidative property of turmeric(*Curcumae Rhizoma*) ethanol extract. Korea Journal of Food Science and Technology. 30:266-271.
- Kim CE, Park ES and Jeon YH.** (2008). Curcumin attenuates chronic constriction nerve injury-induced neuropathic pain in rats. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:183-187.
- Kim KD, Park HM, Seo YC and Lee SD.** (2012). As, Cd, Pb, Co, Cr concentration and property evaluation in frequently using 16 Oriental herbal medicines: Mainly average, lowest, highest concentration and percent exceeding value of legal allowance in Korean and Chinese origins. Journal of Society of Preventive Korean Medicine. 16:167-183.
- Kim KS, Chung MG and Park SH.** (2005). Quantitative determination and stability of curcuminoid pigments from turmeric(*Curcuma longa* L.) root. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 50:211-215.
- Kim YR.** (2011). A comparative study of *Curcuma longa* L. and *Curcuma aromatica* S. in medical texts. The Journal of Korea Institute of Oriental Medical Informatics. 17:203-255.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).** (2001). Standardization of natural medicines. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea. p.77-90.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).** (2005). Amendatory acceptance criteria and test methods about heavy metals in herbal medicine. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea. [http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=686&seq=2229&cmd=v\(cited by 2015 Oct 11\)](http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=686&seq=2229&cmd=v(cited by 2015 Oct 11)).
- Lee MK, Park JS, Lim HC and Na HS.** (2008). Determination of heavy metal contents in medicinal herb. Korean Journal of Food Preservation. 15:253-260.
- Lee YG and Cho JY.** (2007). Inhibitory effect of curcumin on nitric oxide production in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells and its suppressive mechanism. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:451-456.
- Lim JD, Kim EH, Yun JY, Park HI, Shim HS, Choi RN, Yang YS, Park CB, Ahn YS and Chung IM.** (2013). Effects of temperatures and fillers on yield and quality of turmeric(*Curcuma longa* L.) during postharvest seed rhizome storage. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:334-341.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2010). Production report of industrial crop in 2009. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Gwacheon, Korea. p.36.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2011). Production report of industrial crop in 2010. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Gwacheon, Korea. p.34.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2013). Korean food standards codex. Ministry of Food and Drug Safety. Sejong, Korea. [http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_01.jsp\(cited by 2015 Sep 9\)](http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_01.jsp(cited by 2015 Sep 9)).
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2014a). The Korean pharmacopoeia. Ministry of Food and Drug Safety. Sejong, Korea. p.1775-1776.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2014b). Korean food standards codex. Ministry of Food and Drug Safety. Sejong, Korea. p.284-288.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2014c). The Korean pharmacopoeia. Ministry of Food and Drug Safety. Sejong, Korea. [http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1013&seq=6313&cmd=v\(cited by 2015 Oct 11\)](http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1013&seq=6313&cmd=v(cited by 2015 Oct 11)).
- Oh CH, Seo DE, 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.

- Oh SW, Cha JY, Jung JE, Chang BC, Kwon HJ, Lee BR and Kim DY.** (2011). Curcumin attenuates allergic airway inflammation and hyper responsiveness in mice through NF- κ B inhibition. *Journal Ethnopharmacology*. 136:414-421.
- Purseglove JW, Brown EG, Green CL and Robbins SRJ.** (1981). *Spices*. Longman Inc. New York. NY, USA. p.100-286.
- Ryu SR, Han KJ and Jang HD.** (2005). Separation and purification of effectiveness components from *Ulgeum(Curcuma longa)* and the test study of anticancer effects that use its. *Applied Chemistry*. 9:69-72.
- Sankaracharya NB and Natarajan CP.** (1975). Technology of spices. *Areca nut and Spices Bull*. 7:27-43.
- Sharma RA, Gescher AJ and Steward WP.** (2005). Curcumin: The story so far. *European Journal of Cancer*. 41:1955-1968.
- 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 occurring sulfur dioxide in herbal medicines distributed at market. *Journal of the Environmental Sciences*. 13:1109-1115.
- Wang YJ, Pan MH, Cheng AL, Lin LI, Ho YS, Hsieh CY and Lin JK.** (1997). Stability of curcumin in buffer solutions and characterization of its degradation products. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 15:1867-1876.
- Whang WK.** (2007). Medicinal herbs bioactive component monitoring(species, growing district). *Korea Food and Drug Administration*. Seoul, Korea. p.140-153.
- 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.