

숙지황 제조과정에서 중금속과 잔류농약

김 정 호*, 양 준 영¹, 문 영 수

대구한의대학교 소방방재환경학과, ¹대경생약(주)

Heavy Metals and Pesticides with Maturing Process of *Rehmanniae Radix Preparata*

Jung-Ho Kim*, Joon-Young Yang¹ and Yung-Soo Moon

Department of Safety & Environmental Prevention, Daegu Haanny University,
Gyeongbuk 712-715, Korea

¹Daekyung Herb Medicine Co. Ltd., Uiseong, Gyeongbuk 769-910, Korea

ABSTRACT

To obtain the risk assessment of hazardous materials with maturing process of *Rehmanniae Radix Preparata*, the residual heavy metals and pesticides in samples are surveyed. Concentration of As, Cd and Pb during the maturing process of *Rehmanniae Radix Preparata* of Korea are 0.147 ± 0.007 mg/L, 0.025 ± 0.001 mg/L and 0.193 ± 0.021 mg/L, respectively. Concentration of As, Cd and Pb during the maturing process of *Rehmanniae Radix Preparata* of China are 0.0145 ± 0.014 mg/L, 0.023 ± 0.002 mg/L and 0.299 ± 0.013 mg/L, respectively. Concentration of As, Cd and Hg remain unchanged during the maturing process of *Rehmanniae Radix Preparata*. Concentration of As, Cd and Pb in *Rehmanniae Radix Preparata* on the Korea are 3.53%, 6.66% and 5.16% for Korea Food & Drug Administration (KFDA) advisory level, respectively. The residual pesticides, such as aldrin, BHC- α , BHC- β , BHC- γ , BHC- δ , captan, chlorfenapyr, chlorpyrifos, DDD, DDE, DDT-o,p, DDT-p,p, dieldrin, endosulfan-sulfate, endosulfan- α , endosulfan- β , fenitrothion, penthoate, permethrin, quintozone, tolyfluanid and vinclozolin, are not detected in *Rehmanniae Radix Preparata* on the Korea and China. The hazardous materials in *Rehmanniae Radix Preparata* on the Korea and China are verified the safety of the residual heavy metals and pesticides compare with Korea Food & Drug Administration (KFDA) advisory level.

Key words : risk assessment, hazardous materials, *Rehmanniae Radix Preparata*, heavy metals, pesticides

서 론

지황(*Rehmannia glutinosa*)은 낱것을 생지황(生地黃), 말린 것을 건지황(乾地黃, Dried *Rehmannia*

glutinosa)이라 한다. 특히 술에 담갔다가 찌서 말리기를 9번 되풀이하여 증숙한 것을 숙지황(熟地黃, *Rehmanniae Radix Preparata*)이라 한다. 숙지황(熟地黃)은 맛은 달면서도 쓴맛이 돌고 따뜻한 성질이 있어 혈을 보(補)하고 정(精: 생명이 발생하고 활동하는 데 기본이 되는 물질)을 보충한다(양준영, 2007).

* To whom correspondence should be addressed.
Tel: +82-53-819-1416, E-mail: kim@dhu.ac.kr

한약재라 함은 약사법에 의하면 ‘한약’ 또는 ‘한약제제’를 제조하기 위하여 원료로 사용되는 생약으로 원료 의약품에 해당한다고 할 수 있으며, 그 목적에 합당한 품질관리를 해야 한다(이서래, 1993; 한국한의학회연구원, 1998). 여기서 한약재 품질관리란 한약의 산지, 채취, 건조, 가공, 포장, 저장에 대한 관리로서 최적의 관리로 약성을 보존, 증강시킴으로서 유효성, 안정성, 안전성이 보장된 약재확보를 목적으로 하는 것이다(이태관, 2006; 정구복 등, 2006).

여기서 고품질 한약재의 생산·공급을 위해 농경지, 농업용수, 친환경 자재 등에 대한 안전성의 사전 평가가 필요하다(주윤정 등, 2001; 김승영, 2005; Pillay and Jonnalagadda, 2007; Robinson *et al.*, 2007). 생약의 잔류농약 허용기준 및 시험방법을 규제한 식품의약품안전청고시 2005-62호에서는 농약과 중금속의 허용기준을 제시하고 있다. 우리나라의 생약 중 중금속의 허용기준을 As는 3.0 mg/kg, Cd는 0.3 mg/kg, Pb는 5.0 mg/kg, Hg는 0.2 mg/kg으로 정하였다(식품의약품안전청, 2005). 중국의 경우 Cd와 Pb, Hg는 우리나라와 동일하게 각각 0.3 mg/kg, 5.0 mg/kg, 0.2 mg/kg로 설정하였으나, As는 우리나라보다 낮은 2.0 mg/kg으로 설정하였다. 그리고 WHO는 As를 1.0 mg/kg, Cd는 0.3 mg/kg, Pb는 10.0 mg/kg으로 정하여 규제하고 있다(이현정, 2003). 이와 같은 기준에 따라 생약 중 중금속과 농약의 오염현황을 파악하고 위해도를 평가하여 국내에서 소비되는 생약의 안전성을 확보할 필요가 있다(서윤주 등, 1982; 김종욱 등, 2002).

최근 한약재 제조공정이나 탕제과정에서 한약재 중 유해물질의 농도변화를 조사하는 연구가 진행되고 있으며, 사군자탕 제조시 탕약과 찌르기 중의 중금속 함량에 대한 연구도 보고되고 있다(김진숙 등, 2001; 박해문 등, 2006; 박문기, 2007). 숙지황은 지황을 술에 담갔다가 찌서 말리기를 9번 되풀이하여 만든다. 그러므로 지황 중 잔류 중금속과 농약이 숙지황의 제조과정 중에도 변화되는지를 검토할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 숙지황 제조과정 동안 식품의약품안전청에서 생약의 유해물질 잔류 허용기준으로 고시한 중금속과 농약의 안전성을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 숙지황의 제조

숙지황 제조용 건지황 시료 채취는 국내와 국외로 구분하였으며 국내는 경북 안동시 예안면 구룡리와 국외는 중국 하남성 온현에서 각각 2006년 12월에 실시하였다. 건지황을 숙지황으로 가공하기 위해 황주를 첨가하고 증기를 이용하여 숙성하는 증숙과정을 거쳤다. 증숙에 사용한 황주를 제조하기 위해 일반미를 세척한 후 12시간 물에 불린 다음 1시간을 찌서 고두밥을 만들었다. 그리고 고두밥의 온도가 20°C 정도 되도록 식힌 후, 누룩을 첨가하여 15일을 동안 상온(25°C)에서 발효하였으며, 발효주의 상등액을 숙지황 제조하기위한 황주로 사용하였다(양준영, 2007).

숙지황을 제조하기위해 먼저 건지황에 황주를 첨가하여 실온에서 48시간 숙성시킨 후 9회의 증숙과정을 거쳤다. 1증에는 증숙장치(용량 500 L)에서 8시간 찌고(100°C), 2증에는 찌는 시간을 줄여 6시간 찌었다. 3증부터 9증까지 균일하게 3시간 찌었다. 각각의 증숙 후에는 건조를 하는데 1증에서 5증까지는 건조장치(45~50°C)에서 열풍 건조하였으며, 6증부터 9증까지는 건조실에서 햇빛 건조하여 숙지황을 제조하였다(양준영, 2007).

2. 숙지황의 시료 채취

숙지황 시료 채취는 국내와 중국 각각 3개 지역에서 2006년 10월 실시하였다. 국내의 숙지황은 국내산 지황을 사용해 제조한 숙지황을 대구 약령시에서, 영천 한약재 시장과 의성의 일반시중에서 구매하였다. 중국의 숙지황은 호남성, 호북성, 사천성에서 제조된 것을 성도 하화지 약재시장에서 현지 구입하였다.

3. 중금속의 분석

As, Cd 및 Pb의 분석을 위한 시료의 전처리는 식품의약품안전청의 ‘생약 등의 중금속허용기준 및 시험방법’에 준하여 습식 분해법인 질달 분해법을 이용하였다(식품의약품안전청, 2005). 잘게 자른 시료 5g을 정확하게 달아 비커에 넣고 질산 40 mL

Table 1. Operating conditions of ICP-MS for analysis of As, Cd and Pb

Factors	Operating condition
RF power	1200 W
Plasma gas (Ar)	16.0 L/min
Aux. gas (Ar)	1.0 L/min
Carrier gas (Ar)	0.9 L/min
Nebulizer	Babington-type
Spray chamber	Glass
Sampling depth	7.8~8.0 mm
Sampling cone/skimmer cone	Ni/Ni
Mass	As (75), Cd (111), Pb (208)

를 넣은 다음 시계집시로 덮어 하룻밤 방치하였다. 가열판(95°C) 위에 올려놓고 천천히 온도를 높여 갈색연기가 발생하지 않을 때까지 분해하고, 30% 과산화수소 5 mL를 넣어 미황색~황색이 될 때까지 완전히 분해하였다. 이 액을 가열판위에서 1~2 mL로 될 때까지 농축시키고 식힌 다음 증류수 10 mL를 넣어 10분간 가열한 후 상온으로 시켜주었다. 그 이후 Whatman GF/B 여지로 여과하여 용량 플라스크에 넣고 증류수를 넣어 적절하게 표준액 농도 범위로 되게 하여 검액으로 하였다. 황주의 경우 100 mL을 비커에 달아 100°C 이하에서 알코올을 증발 시킨 다음 위와 같은 방법으로 실험하였다.

중금속 기기분석은 ICP-MS (Agilent ICP-MS 4500, USA)를 사용하였으며 기기조건은 Table 1과 같다.

4. 잔류 농약의 분석

시료 20 g을 500 mL homogenization cup에 넣고, 증류수 20 mL와 acetonitrile 100 mL를 가하여 homogenizer에서 12,000 rpm으로 3분간 마쇄하였다. 추출물은 약 5 g 정도의 celite 545가 깔린 büchner funnel상에서 Toyo No 6 여과지를 이용하여 감압, 여과하고 이때 50 mL의 acetonitrile로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합하였다. 이 여과액을 용매가 50 mL 정도가 남을 때까지 농축하여 1 L separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의 포화식염수를 가하고 50 mL의 dichloromethane으로 2회 분배하였다. 이 dichloromethane층을 50 g의 anhydrous sodium sulfate로 탈수시켜 40°C 항온

Table 2. Heavy metals in rice wine, dried *Rehmannia glutinosa*

Heavy metals (mg/L)	Rice wine	Dried <i>Rehmannia glutinosa</i>	
		Andong in Korea	Hanam in China
As	0.004	0.139	0.135
Cd	0.001	0.025	0.023
Pb	0.006	0.302	0.198

수조에서 약 2 mL 정도가 남을 때까지 감압 농축하였다. 질소 gas를 이용하여 완전히 농축하고 농축후 잔류물을 5 mL의 hexane/acetone (95/5, v/v)에 재 용해하여 SPE Florisil cartridge에서 정제하였다(AOAC, 1975). 정제된 분석용액을 ECD (⁶³Ni-electron capture detector)가 부착된 6890GC (Agilent사, USA)를 사용하여 농약을 분석하였다. 온도는 주입구를 260°C로 하였으며, 검출기는 280°C로 하였다. Column은 DB-5 (30 m × 0.32 mm I.D. × 0.25 µm)를 사용하였으며, 80°C (2 min) → 10°C/min → 280°C (10 min)로 승온분석 하였다. Carrier gas는 N₂를 1.00 mL/min으로 하였으며, Make up gas는 25 mL/min로 하였다.

결과 및 고찰

1. 숙지황 제조과정 중 중금속

숙지황 제조에 사용한 황주와 건지황에서 중금속 농도는 Table 2과 같다. 숙지황 제조에 사용한 황주 중 As, Cd 및 Pb는 각각 0.004 mg/L, 0.001 mg/L 및 0.006 mg/L이었다. 또한 우리나라 안동의 건지황 중 중금속 농도는 As가 0.139 mg/L, Cd는 0.025 mg/L, Pb는 0.302 mg/L이었으며, 중국 하남의 건지황 중 중금속 농도는 As가 0.135 mg/L, Cd는 0.023 mg/L, Pb는 0.198 mg/L이었다.

숙지황을 제조할 때 건지황을 황주로 9번 증속하는 과정을 거친다. 여기서, Figs. 1~3과 같이 원재료인 건지황을 0으로 하고 9번 증속한 것을 1에서 9로 표시 하였다. As의 경우 우리나라 안동 건지황은 As가 0.139 mg/L이었다. 1번 증속 한 후 0.137 mg/L이었으며, 이후 2번에서 5번 증속 한 후 각각 0.144 mg/L, 0.144 mg/L, 0.152 mg/L, 0.155 mg/L이었다. 그후 6번에서 9번 증속 한 후 각각

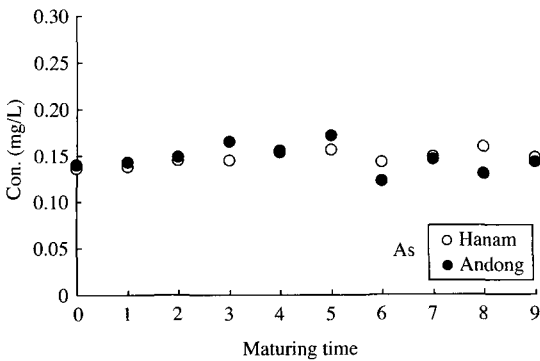


Fig. 1. Heavy metals for As on manufacturing process of *Rehmanniae Radix Preparata*.

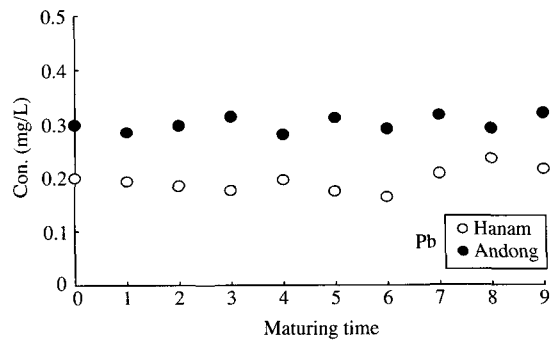


Fig. 3. Heavy metals for Pb on manufacturing process of *Rehmanniae Radix Preparata*.

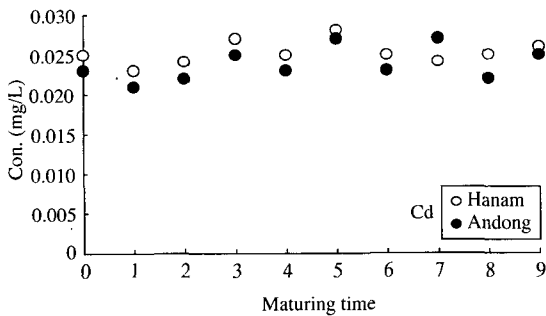


Fig. 2. Heavy metals for Cd on manufacturing process of *Rehmanniae Radix Preparata*.

0.142 mg/L, 0.148 mg/L, 0.158 mg/L, 0.147 mg/L이었다. 증숙과정 중 As의 함량변화는 거의 없었으며, 0번에서 9번 증숙한 시료 전체의 평균은 0.147 ± 0.007 mg/L이었다. 중국 하남의 시료에서도 0번에서 9번 증숙한 시료 전체의 평균은 0.0145 ± 0.014 mg/L이었으며, 증숙과정 중 농도변화는 없었다. 이와 같이 우리나라 안동 시료와 중국 하남 시료가 같은 경향으로 증숙과정 중 농도변화는 없었다(Fig. 1).

한편 Cd는 우리나라 안동 시료에서 10개 시료 전체의 평균이 0.025 ± 0.001 mg/L이었으며, 중국 하남 시료는 10개 시료 전체의 평균이 0.023 ± 0.002 mg/L이었다. 또한 우리나라 안동 및 중국 하남 시료 모두 증숙과정 중 농도변화는 없었으며, 이는 As와 같은 경향이었다(Fig. 2). Pb는 우리나라 안동 시료에서 10개 시료 전체의 평균이 $0.193 \pm$

0.021 mg/L이었으며, 중국 하남 시료는 10개 시료 전체의 평균이 0.299 ± 0.013 mg/L이었다. 또한 우리나라와 중국 시료 모두 증숙과정 중 농도변화는 없었으며, 이는 As와 Cd와 같은 경향이었다(Fig. 3).

사군자탕 제조시 탕약과 찌꺼기 중의 중금속 함량연구에 관한 보고에 의하면 한약재의 탕약으로서의 중금속 추출은 극히 미미하다고 하였으며, 탕약을 추출하고 남은 찌꺼기에서 오히려 다소 많은 농도의 중금속이 잔류한다고 하였다(박문기, 2007). 한약재 제조공정에서 무기화합물로서의 중금속은 농도가 크게 변하지 않는 것으로 보고되고 있다. 이와같이 본 연구에서도 전지황을 황주로 9번 증숙하여 숙지황을 제조하는 과정은 중금속의 농도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

2. 한약재 시장의 숙지황 중 중금속

우리나라 안동과 중국 하남 건지황을 이용해 본 연구에서 제조한 숙지황과 일반 시중에서 시판되고 있는 숙지황 중 중금속 함량을 비교하였다.

우리나라 대구, 영천과 의성에서 수집한 3곳의 숙지황 제품 중에서 As는 Table 3에서와 같이 각각 0.032 mg/L, 0.148 mg/L, 0.138 mg/L으로 평균 0.106 ± 0.052 mg/L이었다. 중국은 Table 4에서와 같이 호남성, 호북성, 사천성에서 각각 0.143 mg/L, 0.144 mg/L, 0.120 mg/L이었으며 평균농도는 0.135 ± 0.011 mg/L이었다. 우리나라 안동과 중국 하남 건지황을 이용하여 제조한 숙지황은 각각 평균 0.147 ± 0.007 mg/L과 0.0145 ± 0.014 mg/L이었으며

Table 3. Heavy metals in *Rehmanniae Radix Preparata* on Korea

Heavy metals (mg/L)	Daegu	Yeongcheon	Uiseong	Mean ± SD
As	0.032	0.148	0.138	0.106 ± 0.052
Cd	0.019	0.021	0.020	0.020 ± 0.001
Pb	0.112	0.454	0.208	0.258 ± 0.144

Table 4. Heavy metals in *Rehmanniae Radix Preparata* on China

Heavy metals (mg/L)	Honam -sung	Hobuk -sung	Sachn -sung	Mean ± SD
As	0.143	0.144	0.120	0.135 ± 0.011
Cd	0.022	0.015	0.011	0.016 ± 0.004
Pb	0.448	0.323	0.408	0.393 ± 0.052

로(Fig. 1) 본 연구에서 직접 제조한 숙지황과 일반 시중의 숙지황 중 As함량은 유사하였다.

Cd는 우리나라 3곳 제품의 경우 평균 0.020 ± 0.001 mg/L이었으며, 중국 3곳 시료의 평균은 0.016 ± 0.004 mg/L이었다. 그리고 Pb는 우리나라 제품의 경우 평균 0.258 ± 0.144 mg/L이었으며, 중국 시료의 평균은 0.393 ± 0.052 mg/L이었다(Table 3, 4). Cd와 Pb의 경우도 본 연구에서 직접 제조한 숙지황과 일반시중의 숙지황 중 함량은 비슷하였다.

한상백의(1998) 보고에 의하면 한국산 44종의 한약재의 중금속을 분석한 결과 As는 3.452 ± 1.041 ppm, Cd는 1.346 ± 1.041 ppm, Pb는 2.854 ± 3.135 ppm으로 검출되었다고 보고하였다. 김종욱 등(2002)은 10종의 한약재의 국내 7개 지역에서 중금속을 분석한 결과 As는 0.07 ~ 1.9 ppm, Cd는 0.01 ~ 0.38 ppm 검출되었다. 따라서 우리나라와 중국에서의 숙지황 중 중금속 함량은 국내의 여러 한약재의 중금속농도보다 비슷하거나 낮은 수준이었다.

우리나라는 생약의 중금속 잔류 허용기준 및 시험방법을 규제한 식품의약품안전청고시 제2005-62호(2005년)에 의하면 생약 중 중금속의 허용기준을 As는 3.0 mg/kg, Cd는 0.3 mg/kg, Pb는 5.0 mg/kg으로 정하였다(식품의약품안전청, 2005).

As는 우리나라 시료는 평균 0.106 ± 0.052 mg/L

이었으므로 As의 허용기준에 3.53%이었으며, 중국 시료는 0.135 ± 0.011 mg/L이었으므로 As의 허용기준에 4.50%이었다. 우리나라와 중국의 숙지황 중 Cd농도는 허용기준 0.3 mg/kg에 각각 6.66%와 5.33%였다. Pb의 허용기준은 5.0 mg/kg인데 우리나라와 중국의 숙지황 중 Pb농도는 허용기준의 5.16%와 7.86%였다. 이와 같이 우리나라와 중국의 숙지황 중 중금속의 농도가 허용기준의 3 ~ 8% 수준으로 매우 낮았으며, 이는 중금속으로부터 안전함을 의미한다.

3. 숙지황 중 잔류농약

우리나라 안동과 중국 하남의 건지황 중 잔류농약은 Table 5와 같았다. Aldrin을 포함한 23가지 농약의 검출한계는 0.5 ng/g에서 2.50 ng/g 범위였다. 여기서 검출한계 이하일 경우 검출되지 않으며 이를 불검출(ND)로 나타내었다(Araoud *et al.*, 2007). 건지황에서는 유기염소계 농약으로 aldrin, dieldrin이 검출되지 않았다. 특히 유기염소계 농약으로 BHC의 이성질체(BHC-α, BHC-β, BHC-δ, BHC-γ), DDT의 이성질체(DDT-o,p, DDT-p,p, DDD, DDE), endosulfan의 이성질체(endosulfan-α, endosulfan-β, endosulfan-sulfate)가 검출되지 않았다. 유기인계 농약으로는 fenitrothion, penthoate이 검출되지 않았다. 그 외 계열로 captan, chlorfenapyr, chlorpyrifos, permethrin, quintozene, tolyfluand와 vinclozolin 등이 검출되지 않았다(Martin *et al.*, 1993; Tomlin, 2002).

숙지황 제조에 사용된 황주 시료에도 잔류농약이 모두 동일하게 불검출로 나타났다. 따라서 이를 이용하여 제조한 숙지황에도 Table 5와 같이 불검출되었다.

요 약

본 연구에서는 건지황을 증숙하여 제조하는 숙지황 제조과정 동안의 중금속과 농약의 안전성을 평가하였다.

숙지황을 제조할 때 건지황을 황주로 9번 증숙하는 과정 동안 증숙한 한국 시료의 평균은 As는 0.147 ± 0.007 mg/L이었으며, Cd는 0.025 ± 0.001 mg/L이었고, Pb는 0.193 ± 0.021 mg/L이었다. 또한

Table 5. Pesticides in rice wine, dried *Rehmannia glutinosa* and *Rehmanniae Radix Preparata*

Pesticides	Qualified detection concentration (ng/g)	Rice wine	Dried <i>Rehmannia glutinosa</i>		<i>Rehmanniae Radix Preparata</i>	
			Andong in Korea	Hanam in China	Andong in Korea	Hanam in China
Aldrin	0.45	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND
BHC- α	0.61	ND	ND	ND	ND	ND
BHC- β	2.50	ND	ND	ND	ND	ND
BHC- γ	1.16	ND	ND	ND	ND	ND
BHC- δ	1.61	ND	ND	ND	ND	ND
Captan	1.66	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorfenapyr	1.53	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorpyrifos	0.74	ND	ND	ND	ND	ND
DDD	0.83	ND	ND	ND	ND	ND
DDE	0.45	ND	ND	ND	ND	ND
DDT-o,p	1.46	ND	ND	ND	ND	ND
DDT-p,p	0.60	ND	ND	ND	ND	ND
Dieldrin	0.45	ND	ND	ND	ND	ND
Endosulfan-sulfate	0.72	ND	ND	ND	ND	ND
Endosulfan- α	0.45	ND	ND	ND	ND	ND
Endosulfan- β	0.51	ND	ND	ND	ND	ND
Fenitrothion	1.25	ND	ND	ND	ND	ND
Penthoate	2.04	ND	ND	ND	ND	ND
Permethrin	2.50	ND	ND	ND	ND	ND
Quintozene	1.88	ND	ND	ND	ND	ND
Tolyfluanid	0.66	ND	ND	ND	ND	ND
Vinclozolin	2.04	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾ not detected

중국 시료의 평균은 As, Cd와 Pb가 각각 0.0145 ± 0.014 mg/L, 0.023 ± 0.002 mg/L와 0.299 ± 0.013 mg/L이었다. 건지황을 숙지황을 제조하는 동안 중금속의 농도는 큰 변화가 없었다.

일반 시중 숙지황 중에서 As는 우리나라 시료는 평균 0.106 ± 0.052 mg/L이었으므로 As의 허용기준 3.0 mg/kg에 3.53%이었으며, 중국 시료는 0.135 ± 0.011 mg/L이었으므로 As의 허용기준에 4.50%이었다. 우리나라와 중국의 숙지황 중 Cd농도는 허용기준 0.3 mg/kg에 각각 6.66%와 5.33%였다. Pb의 허용기준은 5.0 mg/kg인데 우리나라와 중국의 숙지황 중 Pb농도는 허용기준의 5.16%와 7.86%였다. 이와 같이 우리나라와 중국의 숙지황 중 중금속의 농도가 허용기준의 3~8% 수준으로 매우 낮았으며, 이는 중금속으로부터 안전하였다.

우리나라 안동과 중국 하남의 건지황 중 잔류농약으로 Aldrin, BHC- α , BHC- β , BHC- γ , BHC- δ , Captan, Chlorfenapyr, Chlorpyrifos, DDD, DDE,

DDT-o,p, DDT-p,p, Dieldrin, Endosulfan-sulfate, Endosulfan- α , Endosulfan- β , Fenitrothion, Penthoate, Permethrin, Quintozene, Tolyfluanid와 Vinclozolin 등이 검출 되지 않았다. 숙지황 제조에 사용된 황주 시료에도 이들 농약이 모두 동일하게 불검출로 나타났다. 따라서 이를 이용하여 제조한 숙지황에도 이들 농약이 불검출 되었다.

따라서 본 연구에서 검토된 우리나라와 중국지역의 건지황으로 제조된 숙지황은 중금속과 잔류농약이 식품의약품안전청 기준에 적합한 안전성이 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 2004년~2007년 산업자원부의 지역혁신특성화사업(RIS: R-04-035)의 일환으로 수행하였으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 김승영. 한약재 중의 유해물질에 대한 안전성 연구, 석사 학위논문, 대구한의대학교 2005.
- 김중옥, 최호영, 조정희, 김도훈, 강인호, 심영훈, 김은경. 한약재 유해물질 모니터링 사업(I)-유통 한약재의 중금속에 관한 연구, 대한본초학회지 2002; 17(2): 235-245.
- 김진숙, 황성원, 김종문, 마진열. 한약재와 탕액(십전대보탕) 중 내분비계 장애물질로서의 개별 중금속 함량분석(II), 약학회지 2001; 45(5): 448-454.
- 박분기. 사군자탕 제조시 탕약과 찌꺼기 중의 중금속 함량연구, 한국환경과학회지 2007; 16(2): 241-245.
- 박해모, 최경호, 정진용, 이선동. 한약재 복용으로 인한 금속 섭취량 추정 및 위해성 평가 연구, 한국환경보건학회지 2006; 32(2): 186-191.
- 서윤주, 문화희, 김인기, 김성환. 토양 중의 중금속 자연함유량에 관한 연구, 국립환경연구원 1982.
- 식품의약품안전청. 생약 등의 중금속 허용 기준 및 시험방법, 식품의약품안전청고시 제2005-62호 2005.
- 양준영. 숙지황 중 유해물질의 안전성 평가, 석사학위논문, 대구한의대학교 2007.
- 유홍일, 이해근, 전성환. 농약잔류분석방법, 동화기술 1991.
- 이서래. 식품의 오염과 위해평가, 한국환경농학회지 1993; 12(3): 325-333.
- 이태관. 대구·울산지역의 토양 중금속 오염도 평가, 한국환경과학회지 2006; 14(6): 605-611.
- 이현정. 경북 북부지역 재배한약재와 토양의 중금속 함량 연구, 대구한의대학교, 박사학위논문 2003.
- 정구복, 김원일, 이종식, 신중두, 김진호, 이정택. 토양내 중금속 유효도와 미나리중의 흡수이행성 평가, 한국환경농학회지 2006; 25(4): 323-330.
- 주윤정, 오정미, 하병현, 홍성선. 생약제제의 등록규정 차별화에 관한 연구, 한국임상약학회지 2001; 11(2): 68-76.
- 한국한의약연구원. 한약재의 품질관리와 안전성확보를 위한 연구-잔류농약 및 중금속 허용기준과 세포독성의 연구 1998.
- 한상백. 다용 한약재의 산지별 중금속 농도에 관한 연구, 상지대학교, 박사학위논문 1998.
- AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 1975.
- Araoud, M, Douki W, Rhim A, Najjar MF and Gazzah N. Multiresidue analysis of pesticides in fruits and vegetables by gas chromatography-mass spectrometry, J Environ Sci Health Part B. 2007; 42: 179-187.
- Martin H and Worthing CR Pesticide Manual. 7th ed., British Crop Protection Council, Worcester UK. 1993.
- Pillay V and Jonnalagadda SB. Elemental uptake by edible herbs and lettuce (*Lactuca sativa*). J Environ Sci Health Part B. 2007; 42: 423-428.
- Robinson Jr GR, Larkins P, Boughton CJ, Reed BW and Sibrell PL. Assesment of contamination from arsenical pesticides use on orchards in the great valley region, virginia nad west virginia, USA. J Environ Qual 2007; 36: 654-663.
- Tomlin C. Pesticide Manual, British Crop Protection Publications 2002.