

三七中砷的来源及其健康风险初步评价*

三七 (*Panax notoginseng*) 是我国名贵药材之一, 是补益类中药材, 其用药周期较长, 砷等重金属更易在人体内蓄积而引发毒性. 本研究选取云南文山州的三七根及其栽培土壤, 以及一些原产地为云南文山州的市售三七根饮片为研究对象, 利用原子荧光光谱法和电感耦合等离子体发射光谱法分析了三七根及栽培土壤中砷的含量, 并探讨砷来源和它们之间的关系, 最后对三七中砷的人体健康风险进行初步评价.

1 样品的采集及分析

三七样品及其栽培土壤采集自云南省文山州砚山县干河彝族乡马鞍山 (23° 41. 595N, 104° 23. 580E, 1516H). 首先选取两个有代表性的地点, 然后在这两个点又分别选取了 5 个和 3 个采样点, 在每个采样点分别采集土壤样品和入药所用的三七根部作为植物样品, 样品数共 16 个. 三七饮片于 2008 年购自河北张家口和保定市的不同药店, 为三七根部, 且原产地全部为云南文山, 共 9 个样品, 其中块状、片状、粉末状的三七样品数分别为 4, 1, 4.

土壤样品中的总砷采用王水 (盐酸 硝酸为 3: 1)-高氯酸消煮的方法, 并采用电感耦合等离子体发射光谱仪 (ICP-OES) 进行分析. 植物样品中的总砷采用微波消解的方法, 并采用氢化物原子荧光光谱仪 (HG-AFS) 进行分析. 分析过程中同时进行质量控制.

2 土壤及三七样品中砷含量统计分析

三七植物样品和种植三七的土壤样品砷含量测定的统计结果如表 1 所示. 从表 1 可以看出, 根据国家土壤环境质量标准 (GB15618-1995), 所有土壤样品均符合国家土壤环境质量二级标准 ($25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); 同时采集的所有植物样品砷含量均远小于我国绿色行业标准. 这为该地区生产符合相关标准、安全高效的中药提供了良好的基础. 市售饮片中有 1 例粉末状三七砷含量 ($4.01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 超出我国绿色行业标准 ($2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 其它均不超标.

采集植物样品与市售饮片中砷含量的统计结果表明, 三七植物样品中砷含量在 $0.08 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ — $0.46 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间, 平均值为 $0.20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. 而三七饮片中砷含量为 $0.37 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ — $4.01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 平均值为 $1.38 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 两种样品的砷含量存在显著差异 ($P < 0.05$), 即研究区域采集的植物样中砷含量明显小于市售饮片中的砷含量.

不同剂型的三七饮片砷含量的统计描述如表 2 所示, 块状和片状三七砷含量均符合我国绿色行业标准, 粉末状三七砷含量超出或接近我国绿色行业标准, 且三七粉末状砷含量平均值大于三七块状剂型. 三七在采收之后会经历一个比较复杂的加工及炮制过程, 复杂的加工炮制过程极有可能是其重金属污染途径之一. 另外, 在中药生产、贮藏、运输过程中也发生交叉污染, 所以必须综合考虑各种可能因素, 从而全面控制中草药的污染.

表 1 不同样品中的砷含量 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

	样品数	平均值	标准误差	变异系数	最小值	最大值
土壤样品	8	17.37	0.60	0.10	15.00	20.84
采集植物样品	8	0.20	0.04	0.60	0.08	0.46
饮片	9	1.38	0.36	0.79	0.37	4.01

表 2 不同剂型三七饮片中的砷含量 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

	样品数	平均值	标准误差	变异系数	最小值	最大值
块状	4	0.79	0.19	0.47	0.37	1.19
片状	1	0.76	0	0	0.76	0.76
粉末状	4	2.13	0.65	0.61	1.06	4.01

3 土壤样品与采集的三七植物样品之间砷含量的相关分析

种植三七土壤样品砷含量与采集的植物样品之间的相关分析结果表明, 研究区域土壤中的砷含量与其采集的三七植物样品之间呈显著正相关 ($R = 0.842$ $P < 0.01$). 由于植物样品取自三七根部, 所以可以推断三七主要是通过根部从土壤中吸收砷并累积的.

2009 年 5 月 29 日收稿.

* 国家科技支撑计划 (2006BA109B03), 河北省自然科学基金 (C2009000590) 资助项目.

** 通讯作者, E-mail: liw@hebau.edu.cn

重金属是地壳的组成元素, 随自然条件作用及人类生产活动在土壤圈层内广泛分布. 因此, 中草药中重金属的含量与地质背景有密切关系. 一般来说, 土壤中重金属元素的多寡, 在药用植物中都表现出来, 也就是说如果土壤受到了重金属的污染, 植物中重金属含量会有所改变, 所以必须加强栽培土壤的重金属防治措施, 合理施肥和喷洒农药, 避免土壤环境中的污染进入中药.

4 三七中砷的健康风险初步评价

云南省文山州采集的三七根和在药店购买的三七根饮片对人体砷暴露的健康风险评价, 参照植物药中砷的限量要求及人体对砷的每日摄入量的估算进行综合评价. 本文拟采用我国药用植物及制剂外经贸绿色行业标准规定的 $2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为砷的限量标准. 人体对三七的摄入量的风险评估, 需要通过相关参数计算得出, 具体计算方法如下:

(1) 根据样品中砷含量的测定结果, 参照 1993年 FAO/WHO 规定的对砷每日允许摄入量 (allowable daily intake, ADI) $128 \mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ (以体重 60 kg 计), 并考虑医学上推荐的三七每日的最大摄入量 10 g . 首先计算通过服用三七每日摄入的砷含量:

$$\text{每日摄入砷含量} (\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}) = \text{三七中砷的含量} (\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}) \times \text{三七的摄入量} (\text{g} \cdot \text{d}^{-1}) \quad (1)$$

(2) 根据式 (1) 得出的结果, 计算通过服用三七每日砷摄入量占 ADI 的比值:

$$\text{每日砷摄入量占 ADI 的百分比} (\%) = \text{每日砷摄入量} (\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}) / \text{ADI 值} (\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1}) \quad (2)$$

参考测定样品的砷含量, 计算结果如表 3. 统计分析表明采集的三七植物样品 A_s 的每日摄入量占 ADI 值的百分比与市售三七饮片差异显著 ($P < 0.05$), 即服用饮片健康风险明显大于采集的植物样品. 总体来说, 除 1 例三七饮片砷的日摄入量占 ADI 比值达到 31.3% , 可能对人体造成一定风险外, 其余植物样品对人体的健康风险不大.

表 3 三七中砷每日摄入量占 FAO/WHO 规定 ADI 的百分比

样品	每日摄入量 $(\mu\text{g} \cdot \text{d}^{-1})$	每日摄入量占 ADI 的百分比 /%
采集植物样品	0.8—4.6	0.6—3.6
饮片	3.7—40.1	2.9—31.3

因为重金属总量超标而使中草药的安全性遭到国际社会的质疑, 是现阶段我国中药业面临的关键问题. 关注对中药健康风险的评价方法, 更能合理科学地说明重金属对人体风险的大小, 而不能单纯依靠重金属总量是否超标来界定. 未来的发展除了利用一些评估标准, 还应结合生物有效性的分析. 例如由于砷化学形态的变化影响其毒性大小, 或者砷进入人体后的形态转变等. 研究评价方法并运用到中药重金属污染之中, 可为合理制定相关标准, 正确认识中草药中重金属的健康风险提供更有力的依据.

5 结论

所测三七栽培土壤和采集三七的砷浓度表明, 土壤是三七吸收砷的主要来源. 砷在植物样品中的浓度大小为: 粉末状饮片 $>$ 块状饮片 $>$ 采集植物样品, 有 1 例粉末状饮片砷含量超过我国《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》规定的 $2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 说明在中草药加工炮制等过程中可能会引起砷的污染. 健康风险评价结果显示, 除个别样品, 大部分植物样品砷含量对人体健康风险不大, 但是服用饮片健康风险明显大于采集的植物样品.

柳晓娟^{1,3} 林爱军^{2,3} 孙国新³ 刘云霞³ 刘文菊^{1**} 供稿

(1) 河北农业大学资源与环境科学学院, 保定, 071000

(2) 北京化工大学环境科学与工程系, 北京, 100029

(3) 中国科学院生态环境研究中心土壤环境研究室, 北京, 100085)