

# 基于点评估方法的人参中农药残留摄入暴露风险研究

王莹, 王赵, 乔菲, 金红宇\*, 马双成\* (中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

**摘要 目的:** 了解2015年版《中国药典》执行后市场人参有机氯的合格情况, 研究标准限度的适用性; 同时进一步探索点评估方式在中药农药残留暴露评估中的应用。**方法:** 采用《中国药典》2015年版四部有机氯法对86批人参中17种有机氯农药进行测定; 采用点评估模式, 计算急性和慢性摄入风险; 同时采用慢性风险的消费者保护水平(CPL<sub>c</sub>)来评价现行药典人参农残最大残留限量(MRL)标准对消费者的保护水平。**结果:** 86批样品中合格样品为38批, 合格率为44.2%, 不合格样品集中为五氯硝基苯(PCNB)超标, 其超标率达到55.8%。通过点评估法得出, 除PCNB的急性风险商超过100%外, 其余农药的急性、慢性风险商均远低于100%, 说明风险较小。PCNB和六六六MRL值对消费者慢性摄入风险的保护水平分别为6.9倍和2.5倍, 可认为目前PCNB和六六六的MRL标准有效地保护了消费者的膳食健康。**结论:** 本研究探索点评估模式在人参有机氯农药残留暴露评估中的应用, 并利用科学评估结果对标准限度的适用性、合理性提出相关建议。

**关键词:** 人参; 农药残留; 点评估; 最大残留限量

中图分类号: R28; R927.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2018)10-1342-07

doi:10.16153/j.1002-7777.2018.10.006

## On Exposure Risk of Pesticide Residues in Ginseng Based on Deterministic Approach

Wang Ying, Wang Zhao, Qiao Fei, Jin Hongyu\*, Ma Shuangcheng\* (National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

**Abstract Objective:** To assess the levels of organochlorine residues in ginseng after the implementation of the *Chinese Pharmacopoeia* (2015 edition), to study the applicability of the standard limits, and to explore the application of deterministic approach in the assessment of pesticide residues in traditional Chinese medicines. **Methods:** 17 organochlorine pesticide residues in 86 batches of ginseng were determined according to organochlorine residue methods in Part IV of the *Chinese Pharmacopoeia* (2015 edition). The deterministic approach was used to calculate the risk of acute and chronic intake. Meanwhile, the consumer protection level of chronic risk (CPL<sub>c</sub>) was used to evaluate the protection level of maximum residue limit (MRL) standard in the *Chinese Pharmacopoeia* for consumers. **Results:** Among the 86 batches of samples, 38 batches were proved to be qualified, with a qualification rate of 44.2%. The unqualified batches were mainly due to the residue of pentachloronitrobenzene (PCNB), with an unqualified rate of 55.8%. According to the deterministic approach,

基金项目: 国家药典委员会药品医疗器械审评审批制度改革项目(编号 ZG2018-2-01)

作者简介: 王莹, 助理研究员; 研究方向: 中药质量控制及安全检测; Tel: (010) 67095424; E-mail: wayi\_1986@163.com

通信作者: 金红宇, 主任药师; 研究方向: 中药质量控制及安全性研究; Tel: (010) 67095424; E-mail: jhyw@nifdc.org.cn

马双成, 研究员; 研究方向: 中药质量民族药质量控制和评价研究; Tel: (010) 67095277; E-mail: masc@nifdc.org.cn

except the acute risk quotient of PCNB was more than 100%, the acute and chronic risk quotients of other pesticides were less than 100%, indicating that the risk was small. The protection levels of MRL of PCNB and BHC of chronic intake risk for consumers were 6.9 times and 2.5 times, respectively, showing that the current MRL standards for PCNB and BHC effectively protected consumers' dietary health. **Conclusion:** The application of deterministic approach in the assessment of organochlorine pesticide residues in ginseng was explored. The results of scientific evaluation were used to make recommendations for the applicability and rationality of standard limits.

**Keywords:** ginseng; pesticide residues; deterministic approach; maximum residue limit

人参为五加科植物人参的干燥根，为药食两用品种，在日常生活中使用较为广泛。人参 *Panax ginseng* C. A. Mey. 具大补元气、复脉固脱、补脾益肺、生津止渴、安神益智等功效，药用历史悠久，自《神农本草经》就有记载。2015年版《中国药典》一部<sup>[1]</sup>在药材人参正文项下增加了17种有机氯的农残限度检查。17种有机氯农药分别为总六六六（ $\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHC之和）、总滴滴涕（pp'-DDE、pp'-DDD、op'-DDT、pp'-DDT之和）、五氯硝基苯（PCNB）、六氯苯、七氯（七氯、环氧七氯之和）、艾氏剂、氯丹（顺式氯丹、反式氯丹、氧化氯丹之和）总计7类17个化学单体。基于前期数据监测，发现按照2015年版《中国药典》规定人参中PCNB不得过 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的要求检测，人参中PCNB的超标率较高。为了解2015年版《中国药典》执行后市场人参合格情况，以及研究农药指标限度的适用性，2017年开展了针对人参中有机氯农药残留的国抽专项检查。本次国抽任务按照2015年版《中国药典》一部人参项下农药检查指标进行检测，旨在发现问题，评价现执行标准的适用性，促进规范市场秩序，推进规范种植。

农药残留风险评估是指通过测定农药的生物效应、毒理学、污染水平和膳食暴露量等数据，定性或定量描述农药残留对健康或生态的风险，是以科学为基础的一个评估过程，其结果用于制定标准、规范及相关政策。食品行业开展安全风险评估研究较早，主要从慢性膳食摄入、急性膳食摄入和累积风险评估等角度开展。近年来，中药领域逐步开展了农药残留物风险评估的研究工作<sup>[2-6]</sup>，并取得一定进展。但其仍处于初步阶段，除了借鉴食品风险评估模式，如何更好地结合中药使用特点，包括结合中药中农药残留、代谢情况、加工过程，以

及中药消费特点和消费量数据等，是亟需探索解决的问题。本次专项抽验样品批次多，来源广泛，具有代表性，为探索人参农药残留风险评估工作提供了样本支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

人参样品来源于2017年国家中药材饮片专项抽验样品，收集于29省市，共计86批次。有机氯农药混合对照品溶液，来自中国食品药品检定研究院，批号：610005-201501。

### 1.2 人参农药使用情况调研

通过走访吉林靖宇、抚松及黑龙江铁力等人参主产地以及查阅相关文献，了解人参的病虫害特点，并对目前国内人参的主流种植模式进行调查；同时从种植人员、农户、农药出售商店等渠道了解人参种植中实际使用的农药情况。

### 1.3 检测方法

86批人参均使用《中国药典》2015年版四部<sup>[7]</sup>2341农药残留量测定法-第一法有机氯法进行检测。

#### 1.3.1 对照品溶液的制备

精密量取有机氯农药混合对照品溶液1.0 mL置10 mL量瓶中，用石油醚稀释至刻度，摇匀，作为混合标准品储备溶液（浓度为 $1 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ）。并逐步稀释为1、2、5、10、20、50、100  $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的标准曲线对照溶液，供测定后定量计算使用。

#### 1.3.2 供试品溶液的制备

取供试品，粉碎成细粉（过2号筛），取约5 g，精密称定，置100 mL具塞锥形瓶中，加水30 mL，振摇10 min，精密加丙酮50 mL，称定重量，超声处理30 min，放冷，再称定重量，用丙酮补足减失的重量，再加氯化钠约8 g，精密加二氯甲烷25 mL，称定重量，超声处理15 min，再称定重

量,用二氯甲烷补足减失的重量,振摇使氯化钠充分溶解,静置,离心(3000 r/min) 3 min,使完全分层,将有机相移入装有适量无水硫酸钠的具塞锥形瓶中,放置0.5 h。精密量取15 mL,于40 ℃水浴上减压浓缩至约1 mL,加正己烷约5 mL,减压浓缩至近干,用正己烷溶解并转移置5 mL量瓶中,稀释至刻度,摇匀。小心加入硫酸1 mL,振摇1 min,离心(3000 r/min) 10 min,分取上清液,加水1 mL,振摇,取上清液,即得。

### 1.3.3 气相色谱条件

色谱柱:OPTIMA 1701(0.32 μm, 30 m × 0.25 mm ID);进样条件:进样口温度220 ℃,不分流进样,进样量1 μL;程序升温条件:初始温度60 ℃,以每分钟60 ℃升至170 ℃,再以每分钟5 ℃升至220 ℃,保持13 min,再以每分钟5 ℃升至240 ℃,再以每分钟25 ℃升至280 ℃,保持5 min;检测器:Ni-ECD电子捕获检测器,温度300 ℃;尾吹气:氮气流速:1.3 mL · min<sup>-1</sup>。

### 1.4 暴露评估方法

暴露评估是将食物中化学物含量数据与膳食消费量数据相结合,通过统计学处理获得膳食暴露量的估计,决定了人体暴露危害因子的实际或预期量。通常使用数学模拟模型,常用的有点评估和概率评估两种模式<sup>[8-9]</sup>。本研究中的暴露评估采用点评估的方法,分别计算急性和慢性暴露水平。此方法简单易行,常用作筛选和确定食物中风险较高的污染物。当某种农药属于未检出时,计算用1/2 LOD(limit of detection)值代替<sup>[10]</sup>。采用美国环境保护署(EPA)点评估模式,急性点评估和慢性点评估的暴露量模型分别按公式(1)和(2)计算。

$$EXP_a = LP \times HR / bw \dots\dots\dots (1)$$

式(1)中:EXP<sub>a</sub>—急性膳食暴露量(acute dietary exposure portion),单位mg · d<sup>-1</sup> · kg<sup>-1</sup>bw;LP为人参日消费最大量97.5百分位点值(kg · d<sup>-1</sup>),由于我国未有用于急性评估的大份餐数据,本研究根据《中国药典》2015年版人参项下日用量为3~9 g的规定,取0.009 kg作为日消费最大量;HR为人参中检出的农药残留量最大值(mg · kg<sup>-1</sup>);bw为平均体重(kg),以60 kg计。

$$EXP_c = I \times R / bw \dots\dots\dots (2)$$

式(2)中:EXP<sub>c</sub>—慢性膳食暴露量(chronic dietary exposure portion),单位mg · d<sup>-1</sup> · kg<sup>-1</sup>bw;

I为人参的平均日消费量(kg · d<sup>-1</sup>),依据《中国药典》取值为0.005 kg;R为人参中农药残留量(mg · kg<sup>-1</sup>)平均值。

### 1.5 现有MRL标准对消费者的保护水平评估

对长期摄入慢性风险的消费者保护水平评估采用公式(3)计算理论最大每日摄入量<sup>[11]</sup>:

$$TMDI = \frac{\sum(MRL_i \times Fi)}{bw} \dots\dots\dots (3)$$

式(3)中:TMDI—理论最大每日摄入量(theoretical maximum daily intake),单位μg · kg<sup>-1</sup>bw · d<sup>-1</sup>;MRL<sub>i</sub>—第i类食用农产品的最高残留限量(MRL),单位mg · kg<sup>-1</sup>。Fi—第i类食用农产品的消费量(consumption of food agro-product i),单位g · d<sup>-1</sup>;bw为平均体重(kg),以60 kg计。

现有MRL标准对消费者慢性摄入风险的保护水平用农药的每日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI)值与TMDI的商值表示<sup>[12]</sup>,计算公式:

$$CPL_c = \frac{ADI}{TMDI} \dots\dots\dots (4)$$

式(4)中:CPL<sub>c</sub>—慢性风险的消费者保护水平(consumer protection level)。当CPL<sub>c</sub> ≥ 1时,表示现有的MRL标准对消费者在慢性摄入风险方面的保护达到了可以接受的水平,CPL<sub>c</sub>越大,保护水平越高;当CPL<sub>c</sub> < 1时,表示现有的MRL标准对消费者在慢性摄入风险方面的保护没有达到可以接受的水平,CPL<sub>c</sub>越小,保护水平越低。

## 2 结果

### 2.1 人参主要病虫害及农药使用调研结果

目前,我国人参主要种植区域包括传统区域吉林抚松、靖宇、白山和辽宁通化等地,以及新兴区域黑龙江铁力、黑河、鸡西、牡丹江等,吉林省产量仍为最大。黑龙江省种植区土壤多为新开发,较肥沃,且纬度高,病虫害少,农药使用较少。但黑龙江地区入冬较早,如果降雪偏晚,人参会产生严重冻害。本课题组赴人参主产区调研3次(吉林靖宇、抚松及黑龙江铁力),明确了人参主要病虫害情况。通过产地调研和查阅文献发现,人参主要病虫害包括立枯病、斑点病、疫病、锈腐病、菌核病、根腐病、蛴螬、地老虎、蝼蛄、金针虫等。

在产区的农药商店,各类农药均有销售,包括本次检测中检出率最高的PCNB可随意购买。常见农药包括三乙磷酸铝、甲基硫菌灵、噁霉灵、

PCNB、克菌丹、多菌灵、代森锰锌、丙森锌、多抗霉素、氟醚菌酰胺、百菌清、霜霉威、波尔多液、甲霜灵、福美双、苯醚甲环唑、烯酰菌胺、啉酰菌胺、戊唑醇、嘧霉胺、萘乙酸、吡唑丁酸、咯菌腈、氯溴异氰脲酸、啉菌环胺、菌核净、腐霉利、己唑醇、毒死蜱等。亦可见人参壮根王、参宝液、生根壮秧剂、芸苔霉素、贝尔优根、矮壮素、强生授粉坐果、乙蒜素等植物生长素。

人参为吉林等省区的重要经济作物，近年来，对人参病虫害防治研究投入较多，农药登记数量明显多于其他中药材。“中国农药信息网”显示人参中农药登记情况<sup>[13]</sup>见表1。目前，人参种植

中使用量最大的农药包括代森铵、代森锰锌、多菌灵、异菌脲、辛硫磷等，2007年起推广的农药丙环唑、苯醚甲环唑、啉菌酯、噁霉灵、甲霜灵、霜脲氰、腐霉利也有较大用量，其他如晴菌唑、咪鲜胺、戊唑醇、己唑醇、乙蒜素、克菌丹、丙森锌、菌核净等也有一定应用。PCNB因其使用历史长、成本低、持效期长，中小型种植户仍有部分使用，存在土壤残留的污染问题。

## 2.2 农药检出结果

对抽验的86批人参中17种有机氯农药进行测定，所得结果如表2所示。

表1 人参中农药登记情况

序号	登记名称	农药类别	剂型
1	丙环唑	杀菌剂	乳油
2	赤霉酸	植物生长调节剂	乳油
3	咯菌腈	杀菌剂	悬浮种衣剂
4	啉菌酯	杀菌剂	悬浮剂
5	噻虫嗪	杀虫剂	种子处理可分散粉剂
6	噻虫·咯·霜灵	杀虫剂 / 杀菌剂	悬浮种衣剂
7	霜脲·锰锌	杀菌剂	可湿性粉剂
8	异菌脲	杀菌剂	可湿性粉剂
9	苯醚甲环唑	杀菌剂	水分散粒剂
10	噁霉灵	杀菌剂	可溶粉剂
11	哈茨木霉菌	杀菌剂	可湿性粉剂
12	醚菌酯	杀菌剂	可湿性粉剂
13	代森锰锌	杀菌剂	可湿性粉剂
14	乙霉·多菌灵	杀菌剂	可湿性粉剂
15	枯草芽孢杆菌	杀菌剂	可湿性粉剂
16	多菌灵	杀菌剂	可湿性粉剂
17	多抗霉素	杀菌剂	可湿性粉剂
18	王铜	杀菌剂	悬浮剂



表2 人参中有机氯残留法定标准检验结果

序号	农药	检出 批次	检出 率 /%	不合格 批次	不合格 率 /%	平均值 / ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	中位值 / ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	最大值 / ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
1	总六六六 ( $\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHC之和)	17	19.77	1	1.16	0.15	0.03	1.8
2	总滴滴涕 (pp'-DDE、pp'-DDD、op'-DDT、pp'-DDT之和)	0	0	0	0	ND	ND	ND
3	PCNB	81	94.19	48	55.81	3.34	0.50	69.5
4	六氯苯	61	70.93	18	20.93	0.23	0.10	2.7
5	七氯(七氯、环氧七氯之和)	0	0	0	0	ND	ND	ND
6	艾氏剂	0	0	0	0	ND	ND	ND
7	氯丹(顺式氯丹、反式氯丹、氧化氯丹之和)	0	0	0	0	ND	ND	ND

注: ND 为未检出。

《中国药典》2015年版一部“人参”项下规定总六六六不得过 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , PCNB不得过 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 六氯苯不得过 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。按照此限量标准, 整体合格批次38批, 合格率为44.2%; 不合格样品集中为PCNB和六氯苯残留超标, 其中48批样品PCNB残留超标, 不合格率达到55.8%。

### 2.3 暴露评估结果

按照“1.4”节中描述方法对人参中检出的3种

有机氯农药进行急性和慢性风险评估, 所得结果如表3所示。最终采用 $\text{EXP}_a$ 和 $\text{EXP}_c$ 值分别对急性参考剂量 (Acute reference dose, ARfD) 和ADI值的比值评价急性、慢性摄入风险, 即急性风险商和慢性风险商。当比值 $\leq 100\%$ 时, 认为该危害物产生的风险是可接受的; 当 $\geq 100\%$ 时, 认为该危害物产生的风险超过可接受的限度, 应采取适当的风险管理措施<sup>[14]</sup>。

表3 人参中3种有机氯急性和慢性风险评估

农药名称	ARfD/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )	$\text{EXP}_a$ / ( $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}\text{bw}$ )	急性风 险商 /%	ADI/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ )	$\text{EXP}_c$ / ( $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}\text{bw}$ )	慢性风 险商 /%
PCNB	/	0.010425	104.2	0.01	0.00026	2.6
六氯苯	/	0.000405	/	/	0.0000192	/
总六六六	/	0.00002565	0.5	0.005	5.66042E-06	0.1

注: “/” 为目前尚无确定值。

由于六氯苯缺乏可参考剂量值, 故只对PCNB及总六六六进行风险计算。从表3结果可看出, 2种农药 $\text{EXP}_c$ 均显著低于ADI值, 慢性风险商远低于100%, 说明慢性风险较小。针对急性暴露风险, 六六六的急性风险商明显低于100%, PCNB急性暴露风险较高, 已超过临界值。

### 2.4 现有PCNB和六六六的MRL值对消费者的保护水平评估

按照公式(3)对PCNB和六六六的TMDI进行估算, 基于风险最大化原则, 假设每一类农产品(即包括米类、水果类、蔬菜类等)都含有PCNB及六六六残留, 并将现有MRL标准中最高限量

值代入计算。考虑到人参等药用植物类的摄入量较低,故在计算中将人参代入调味品进行计算。结果表明:按《中国药典》及《GB 2763-2016食品中农药最大残留限量》<sup>[15]</sup>中PCNB、六六六的MRL值计算,2种农药TMDI分别为1.46、1.99  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{bw} \cdot \text{d}^{-1}$ ,占ADI值的15%、40%。按照公式(4)得出:现有标准中PCNB和六六六MRL值对消费者慢性膳食风险的保护水平分别为6.9倍、2.5倍,即在风险最大化的情况下,目前PCNB和六六六的MRL值仍可以有效地保护消费者膳食安全。

### 3 讨论

#### 3.1 3种有机氯的毒理学评估

按照我国《食品安全国家标准急性经口毒性试验》规定<sup>[16]</sup>以LD<sub>50</sub>数值为依据进行毒性划分:>5000  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为实际无毒农药,501~5000  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为低毒农药,51~500  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为中毒农药,<50  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为高毒农药。PCNB通过大鼠口服LD<sub>50</sub>为1710  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,六六六通过大鼠口服LD<sub>50</sub>为88~270  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。毒性分类上,PCNB为低毒,六六六为

中毒。农业部于2002年已颁布199号公告全面禁止六六六的使用,主要因其属于高残留农药,用量大、难分解、在环境中半衰期长等原因。六氯苯为PCNB生产过程中的副产物,是一种持久性有机污染物POPs,具有长期残留性、生物蓄积性和高毒性,具有三致作用。由于六氯苯致癌以及环境因素等原因,日本、新西兰、瑞士、德国、韩国、印度及中国台湾地区已全面禁止PCNB的使用<sup>[17-18]</sup>。美国和欧盟亦对PCNB农药的登记条件进行规定,即杂质六氯苯含量不得超过千分之一。

#### 3.2 PCNB国内外标准情况及对《中国药典》标准限量的建议

按照《中国药典》2015年版四部通则9302“中药有害残留物限量制定指导原则”<sup>[18]</sup>,推断理论最大残留限量,得出PCNB的MRL估算值为0.7  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,六六六的MRL估算值为0.3  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。六六六的估算值与现有标准基本一致,但PCNB的差异较大,故又检索了国内外标准中PCNB的MRL值作为参考依据,见表4。

表4 部分国家/地区对PCNB限量要求

参考标准	PCNB/( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
GB2763-2016	0.1(番茄、茄子、蘑菇、种子调味料) 2(根茎类调味品)
欧洲药典 8.8	1
韩国中药材中农残限量	0.1(红花)
韩国人参产业法(高丽红参)农残标准	0.5
中国台湾地区食品农残限量	0.03

从表3中可看出,急性风险评价中PCNB达到69.5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的水平,即超标600倍的情况下,急性风险商大于100%;PCNB慢性风险商仅为2.6%,安全风险可接受。同时,鉴于本次抽验现实情况,建议《中国药典》对人参中PCNB限度由0.1  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 调整为0.5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。按照公式(4)在0.5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的水平下产生的保护水平仍能达到6.5倍,满足监管需求。另外,鉴于六氯苯的高毒性及三致作用,建议六氯苯限度由0.1  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 严格至0.02  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。若按照修订后的限度标准,本次抽检人参样品合格率由44%上升为54%。本研究按照

9302指导原则进行估算,并结合此两种农药的毒性特点、检出情况及参照其他标准,最终提出限度修改意见。同时,采用限度值保护系数法对保护倍数进行计算,以确定限度值能有效地控制风险。

#### 3.3 风险评估中的主要不确定性因素分析

本研究采用点评估法,但存在一些不确定因素以致对结果造成影响。首先,暴露评估的关键是获得最接近实际的个体污染物暴露量,点评估法在急性风险计算中以样品中最大残留量代入计算,评估值比较保守。其次,概率评估作为另外一种常用的评估模型,是将个体作为研究对象,通过统计模

拟在膳食消费量和污染物残留量两个独立分布中进行随机抽样并配对相乘,其模拟的结果更符合实际,但需要相应的数据软件作为支持。另外,在人参的实际使用中,往往未直接食用,而是采用煎煮等各种加工方式,在此过程中农药的浓度会发生一定变化。而本研究中直接运用未加工的监测数据作为暴露评估的原始数据,仍旧比较保守,可能造成对结果风险值的高估。

#### 4 结论

风险评估的目的不仅用于发现高风险指标,亦可为限量标准的制修订提供理论依据。本研究通过2017年中药材专项抽验项目,抽取了86批人参样品。采用通过方法学验证的碘化法对人参中17种有机氯进行检测,结果显示,PCNB的超标率达到56%。《中国药典》2015年版针对人参项下增加有机氯指标检查是必要、及时、有效的措施,可有效遏制人参中滥用农药现象,引导行业正常发展,保证人民用药安全。同时,利用风险评估对目前人参有机氯农药残留存在的风险进行分析,发现除PCNB的急性风险商超过临界值外,其他有机氯农药的急性、慢性风险商均远远低于100%,表明现阶段通过摄入人参样品中有机氯农药对人体产生的风险尚处于可接受状态。最终结合评估结果和市场情况,建议对PCNB和六氯苯的MRL值进行修订。

#### 参考文献:

- [1] 中国药典:一部[S]. 2015: 8.
- [2] 马双成,金红宇,刘丽娜,等. 中药中外源性有害物质残留风险控制初探[J]. 中国药理学杂志, 2015, 50(2): 99-103.
- [3] 王莹,金红宇,隋海霞,等. 枸杞中农药残留含量分析及膳食风险研究[J]. 中国药理学杂志, 2018, 53(3): 182-185.
- [4] 王玉洁,薛健,金红宇,等. 金银花中氟啶虫胺睛的残留规律及膳食风险评估[J]. 中成药, 2017, 39(7): 1534-1536.
- [5] 吴加伦,王怀昌,武秀婷. 噻菌酯在人参和西洋参中的残留监测及其膳食风险评估[J]. 农药学学报, 2012, 14(1): 67-71.
- [6] 王莹,金红宇,隋海霞,等. 枸杞中拟除虫菊酯类农药

残留水平及累积暴露评估[J]. 中国食品卫生, 2017, 29(5): 616-619.

- [7] 中国药典:四部[S]. 2015: 402-405.
- [8] 袁玉伟,王静,叶志华. 食品中农药残留的膳食暴露与累积性暴露评估研究[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 374.
- [9] 张磊,刘兆平. 食品化学物风险评估中一些重要参数的选择和使用[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(3): 308.
- [10] 国家食品安全风险评估中心. 食品安全风险评估数据需求及采集要求[EB/OL]. (2010-11-01) [2018-06-05]. <http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=F56E2695923BA1B28C0C67A6CFB820556B1FAF74BB8F175F>. 2013-12-16.
- [11] FAO. Submission and Evaluation of Pesticide Residues Data for the Estimation of Maximum Residue Levels Levels in Food and Feed[S]. Rome: FAO, 2009: 123-133.
- [12] 张志恒,汤涛,徐浩,等. 果蔬中氯吡啶胺残留的膳食摄入风险评估[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1982-1991.
- [13] 中国农药信息网. 人参农药登记数据[EB/OL]. (2013-12-12) [2018-06-05]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [14] 李志霞,聂继云,闫震,等. 基于点评估方法的渤海湾产区苹果中农药残留膳食暴露风险研究[J]. 农药学报, 2015, 17(6): 715-719.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,中华人民共和国农业部. 食品安全国家标准食品中农药最大残留限量: GB 2763—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准急性经口毒性试验: GB 15193.3—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [17] 王以燕,李富根,袁善奎. 五氯硝基苯登记和使用简况[J]. 农药, 2012, 51(1): 75-76.
- [18] 吴荣芳,解清杰,黄卫红,等. 六氯苯的环境危害及其污染控制[J]. 化学与生物工程, 2006, (8): 7-10.

(收稿日期 2018年7月13日 编辑 郑丽娥)