

2018 年石家庄市蔬菜中农药残留及慢性膳食暴露评估

左晓磊¹, 刘 培², 齐 琨³, 马 丽³, 王 雪², 韩爱云^{4*}

(1. 石家庄市畜产品和兽药饲料质量检测中心, 石家庄 050041; 2. 石家庄市农产品质量检测中心, 石家庄 050021;
3. 石家庄市农业机械化推广站, 石家庄 050021; 4. 石家庄学院, 石家庄 050000)

摘 要: 目的 了解河北省石家庄市蔬菜中农药残留现状, 评估蔬菜中农药残留的慢性膳食暴露风险。**方法** 随机采集 2018 年石家庄市主要蔬菜生产基地和集贸市场的蔬菜样品, 采用 NY/T761-2008《农药残留分析样品的采样方法》检测 3462 批次 8 类蔬菜样品中的 65 种农药残留, 分析石家庄市蔬菜中农药残留现状, 并结合我国居民的蔬菜消费情况和食品安全指数对石家庄市居民于蔬菜中摄入的农药风险进行慢性膳食暴露评估。

结果 石家庄市抽检的蔬菜中农药残留检测合格率达 99.80%, 8 类蔬菜样品中有 1 类超标, 检出率为 3.15%, 超标率 0.20%, 超标均为叶菜类蔬菜。定量检测出 13 种农药, 超标农药为水胺硫磷和毒死蜱, 分别超标 5 批次和 2 批次。对所有检出农药进行慢性膳食暴露评估结果表明, 水胺硫磷和毒死蜱的日摄入量相对较高, 所有检出农药的食品安全指数值均小于 1。**结论** 石家庄市蔬菜中农药残留量的安全风险均在安全范围内, 居民蔬菜中农药残留的慢性膳食暴露风险小, 水胺硫磷、毒死蜱是潜在的风险因子, 应重点防患其残留风险。

关键词: 蔬菜; 农药残留; 膳食暴露评估; 食品风险指数; 风险评估

Assessment of pesticide residues and chronic dietary exposure in vegetables in Shijiazhuang city in 2018

ZUO Xiao-Lei¹, LIU Pei², QI Kun³, MA Li³, WANG Xue², HAN Ai-Yun^{4*}

(1. Shijiazhuang Animal Products and Veterinary drug feed Quality Testing Center, Shijiazhuang 050041, China; 2. Shijiazhuang Agricultural product Quality Testing Center, Shijiazhuang 050021, China; 3. Shijiazhuang Agricultural Mechanization Extension Promotion, Shijiazhuang 050021, China; 4. Shijiazhuang University, Shijiazhuang 050000, China)

ABSTRACT: Objective To understand the current status of pesticide residues in vegetables in Shijiazhuang city, Hebei province, and to assess the chronic dietary exposure risk of pesticide residues in vegetables. **Methods** The vegetable samples were collected randomly from vegetable production bases and farmer's markets in Shijiazhuang of 2018, and the pesticide residues of the current situation of 65 kinds in 3521 batches were detected according to the method of NY/T 761-2008 *Sampling method for pesticide residue analysis samples*. The present situation of pesticide residues in vegetables in Shijiazhuang city was analyzed, the chronic dietary exposure risk of pesticide residues was evaluated by the food safety index method with vegetable consumption of residents in Shijiazhuang. **Results** The

基金项目: 河北省 2019 年度引进留学人员资助项目(C20190186)

Fund: Supported by the Projects for Overseas Students of Hebei Province in 2019(C20190186)

*通讯作者: 韩爱云, 博士, 副教授, 主要研究方向为食品营养与安全。E-mail: irene0001@126.com

*Corresponding author: HAN Ai-Yun, Ph.D, Associate Professor, Food Nutrition and Safety, Shijiazhuang University, No. 288, Zhufeng Street, Shijiazhuang 050000, China. E-mail: irene0001@126.com

qualified rate of pesticide residue detection in the vegetables sampled in Shijiazhuang reached 99.80%. Among 8 kinds of vegetables, one kind exceeded the standard, with the detection rate of 3.15% and the exceeding rate of 0.20%, which were all leaf vegetables. Totally 13 kinds of pesticides were quantitatively detected. The pesticides exceeding the standard were isocarbophos and chlorpyrifos, which exceeded the standard in 5 batches and 2 batches respectively. The results of chronic dietary exposure assessment of all detected pesticides showed that the daily intake of isocarbophos and chlorpyrifos was relatively high, and the food safety index value of all detected pesticides was less than 1. **Conclusion** The safety risks of pesticide residues in vegetables in Shijiazhuang city are all within the safe range. The chronic dietary exposure risk of pesticide residues in vegetables of residents is small, and isocarbophos and chlorpyrifos are potential risk factors, so the residue risks should be mainly avoided.

KEY WORDS: vegetables; pesticide residue; dietary exposure; food risk index; risk assessment

1 引 言

近年来,随着农业生产水平的高速发展,农产品特别是蔬菜产量逐年增加。但同时随着农药生产技术的提高,菜农为了防治病虫害,提高蔬菜产量使用多种农药,造成蔬菜中农药残留量超标。蔬菜的质量安全也受到全社会的关注,而农药残留是影响农产品质量的主要因素之一。近年来我国某些地区发生的毒白菜、毒韭菜等农药残留超标事件,使农药残留成为主要的农产品风险隐患,农药残留风险及安全评估也成为农产品质量安全的重要工作之一。

蔬菜中农药残留进入人体可引起多种危害,中毒轻者表现为头晕、头痛、恶心、呕吐、乏力等,重者出现肌肉震颤、呼吸困难、腹痛、昏迷、大小便失禁,甚至死亡^[1]。另外,长期食用受农药污染的食品,也会诱发多种慢性疾病,降低机体免疫力,并有可能致癌、致畸型、致突变。石家庄地区蔬菜的消费量具有较大的规模,开展蔬菜质量安全风险评估工作,掌握关键风险因子,对于指导蔬菜安全生产和预防蔬菜中农药残留风险隐患具有十分重要的意义。

本研究调查分析 2018 年石家庄市农产品质量监测结果,以抽检的蔬菜中的农药残留水平为基础,结合我国居民营养与慢性病状况报告(2015)及膳食指南相关数据^[2-3],研究蔬菜农药残留水平和风险情况,为蔬菜质量安全提供风险预警,为引导消费和科学监管及保障消费者生命健康提供数据参考和科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品采集

根据石家庄市蔬菜主产区县的种植基地规模,按照年度计划分别以省市示范园区、蔬菜种植基地、合作社、蔬菜批发市场、集贸市场、超市等为采样点,采集的蔬菜样品包括叶菜类、瓜类、鳞茎类、茄果类、豆类、食用菌、根茎类、芸薹属 8 类蔬菜,共收集 3462 个样品。生产种植基地等样品采集按 NY/T 789-2004《农药残留分析样本的

采样方法》^[4]进行,批发市场等样品采集按照 GB/T 8855-2008《新鲜水果和蔬菜取样方法》^[5]进行。

2.2 试剂耗材

乙腈(色谱纯,德国默克公司;分析纯,天津致远);丙酮(色谱纯,韩国德山公司);氯化钠(分析纯,天津致远有限公司);正己烷(色谱纯,美国 Fisher 公司);甲醇(色谱纯,美国 Honeywell 公司);柱后衍生试剂(美国 Pickering 公司);固相萃取柱(6 mL,美国安捷伦公司);农药标准品(100 μ g/mL,农业部环境保护科研监测所)。

实验用水为 Mili 超纯水系统处理后的超纯水(美国 Millipore 公司)。

2.3 仪器设备

7890A 气相色谱分析仪(带火焰光度和电子捕获检测器)、1200 液相色谱分析仪(美国安捷伦公司);Pinnacle PCX 柱后衍生仪(美国 Pickering 公司)。

FP3010 样品粉碎机(德国博朗公司);ML30017/02 十分之一电子天平、XSE205 万分之一电子天平(瑞士梅特勒公司);AH-20 匀浆机(美国睿科公司);MTN-5800A 氮吹仪(天津奥特塞恩斯公司);V5 漩涡混合器(美国安胜公司);DK-98-1 水浴锅(天津泰斯特公司)。

2.4 检测方法

2.2.1 检测项目

蔬菜样品中农药残留的分析检测按照 NY/T761-2008 方法进行,检测项目包括有机磷:敌敌畏、氧乐果、乐果、二嗪磷、甲基对硫磷、对硫磷、啶硫磷、伏杀硫磷、敌百虫、丙溴磷、灭线磷、甲拌磷、特丁硫磷、杀螟硫磷、水胺硫磷、杀扑磷、三唑磷、甲胺磷、久效磷、磷胺、马拉硫磷、异柳磷、亚胺硫磷、治螟磷、地虫硫磷、除线磷、倍硫磷、硫环磷、吡菌磷、蝇毒磷;氨基甲酸酯:涕灭威、涕灭威亚砷、涕灭威砷、克百威、3-羟基克百威、甲萘威、仲丁威、异丙威、灭多威、速灭威、毒死蜱;有机氯:六六六、五氯硝基苯、乙烯菌核利、三氯杀螨醇、丁草胺、

百菌清、敌稗、硫丹、滴滴涕、三唑酮、腐霉利、狄氏剂、异菌脲;氨基甲酸酯类:联苯菊酯、氟氯氰菊酯、氰戊菊酯、胺菊酯、甲氰菊酯、氯氰菊酯、氟胺氰菊酯、氯氟氰菊酯、氯菊酯、氟氰戊菊酯、溴氰菊酯等 4 类 65 项农药。

2.2.2 检测方法及判定标准

蔬菜样本按照 NY/T 761-2008《蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定》^[6]方法进行检测,检测结果按照 GB 2763-2016《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》^[7]进行判定,没有限量标准的不做评价。

本研究对未检出的样品,按照世界卫生组织全球环境监测系统/食品污染监测与评估规划第二次会议,关于“食品中低水平污染物可信评价”中对未检出数据处理原则:未检出数据的比例高于 60%时,所有未检出数据用检出限替代;未检出数据的比例小于等于 60%时,所有未检出数据用 1/2LOD 替代^[8-10]。

2.2.3 膳食暴露评估

本研究根据国际食品法典委员会(codex alimentarius commission, CAC)制定的食品中污染物危害性评估的概念与步骤,用食品安全指数(index of food safety, IFS)的平均值评价农产品的安全状态^[11]。研究中以我国 GB 2763-2016 中农药每日允许摄入量〔acceptable daily intake, ADI, $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{bw}\cdot\text{d})$ 〕^[5]为标准,将农产品的每天消费量与其农药残留量乘积得到每日农药的摄入量,从而估计石家庄市主要人群对蔬菜产品中农药的膳食暴露量。

评估计算公式^[12]:

$$EDI_C=\sum(R_i\times F_i) \tag{1}$$

$$IFS_C=\sum(R_i\times F_i\times f/SI_C)/bw \tag{2}$$

式中: EDI_C 为某种农药 C 的实际摄入量估算值, μg ; IFS_C 为某种农药的食品安全指数; i 为不同的农产品种类; R_i 为农产品 i 中农药 C 的残留浓度, $\mu\text{g}/\text{kg}$; F_i 为农产品 i 每

人每天的消费量, $\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{d})$; bw 为标准人体体重, kg ; f 为校正因子; SI_C 为安全摄入量, $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{bw}\cdot\text{d})$ 。本研究安全摄入量 SI_C 以农药每日允许摄入量为标准进行评价,如安全摄入量采用 ADI、RFD(参考剂量, reference dose)、PTDI(每人每日允许摄入量, provisional tolerable daily intake)等日摄入量数据,则校正因子 f 取 1。

IFS 小于 1 表示所检测蔬菜农药对人们的健康造成的危害效应并不明显,所检测的农药对人们健康的风险是可以接受的; IFS 大于 1 表示所检测的农药对人们健康的风险超出了可接受的限度,所研究消费者人群的食品安全风险为不可接受的,应该进入风险管理程序^[13]。

3 结果与分析

3.1 蔬菜中农药残留检测情况

2018 年全年共检测各类蔬菜样品 3462 批次,检测 225030 项次,平均合格率 99.80%。检测项目包括有机磷、有机氯、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯四类 65 项参数,涉及蔬菜生产中常用农药以及农业部风险监测大部分项目。

3.2 不同种类蔬菜中农药残留情况

按国家食品安全风险监测食品分类原则将 3462 批次蔬菜样品分为 8 类,检出和超标情况如表 1 所示,蔬菜的检出依次为:叶菜类>瓜类>鳞茎类>茄果类>豆类>食用菌>根茎类>芸薹属类。检出蔬菜中有两种或多种农药混合污染情况。超标蔬菜均为叶菜类蔬菜(1.03%),分别为芹菜 1 批、小白菜 1 批、白菜 5 批,分别占总检测数的 0.03%、0.03%和 0.14%。其余 7 类蔬菜均无农药超标情况。由此可见,不同种类蔬菜受农药污染的程度不同,其农药残留规律可能与不同蔬菜品种的种植特征有关。

表 1 蔬菜产品中农药残留监测结果
Table 1 The monitoring results of pesticides residue in vegetables

蔬菜种类	样品数	检出数	检出率/%	超标数	超标率/%
叶菜类	682	46	6.74	7	1.03
瓜类	648	26	4.01	0	0
鳞茎类	258	8	3.10	0	0
茄果类	997	22	2.21	0	0
豆类	94	1	1.06	0	0
食用菌	104	1	0.96	0	0
根茎类	458	4	0.87	0	0
芸薹属类	221	1	0.45	0	0
总计	3462	109	3.15	7	0.20

3.3 不同种类农药检出情况

2018 年共检测有机磷、有机氯、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯 4 类 65 种农药, 定量检测检出农药腐霉利、百菌清、毒死蜱、联苯菊酯、异菌脲、水胺硫磷、氯氟氰菊酯、丁草胺、异丙威、三唑酮、氯氰菊酯、六六六、滴滴涕等 13 种 121 个批次。有机氯类农药检出率明显较高(毒死蜱等 8 种 101 批次), 其次为拟除虫菊酯类(氯氰菊酯等 3 种 12 批次)和有机磷类(水胺硫磷 5 批次), 最后为氨基甲酸酯类(异丙威 3 批次)。超标农药品种为水胺硫磷和毒死蜱 2 种, 分别超标 5 批次和 2 批次。其余类农药无超标状况, 各类农药检出和超标情况统计如表 2。

3.4 蔬菜产品中农药残留风险评估

《中国居民膳食指南 2016》推荐中国居民每天需摄入 300~500 g 蔬菜^[14], 本研究中对蔬菜的日摄入量参考《中国居民营养与慢性病状况报告(2015)》^[15]中 2012 年中国居民平均每标准人日新鲜蔬菜类食物摄入量为 269.4 g•bw 标准人体体重 60 kg 对石家庄市居民蔬菜中农药风险水平进行评估。通过计算结果发现, 所有检出农药的食品安全指数均远远小于 1, 说明这些农药残留量对蔬菜安全风险是可接受的, 石家庄市蔬菜中农药残留风险水平很低, 处于非常安全的水平。

表 2 各类农药检出和超标情况统计
Table 2 Statistics of detection and exceeding standard of different pesticides

农药分类	样品数	检出数	检出率/%	超标数	超标率/%
有机磷类	3462	5	0.14	5	0.14
有机氯类	3462	101	2.92	2	0.06
拟除虫菊酯类	3462	12	0.35	0	0
氨基甲酸酯类	3462	3	0.09	0	0
合计	3462	121	3.50	7	0.20

表 3 石家庄市蔬菜样品中检出农药安全系数
Table 3 The safety indexes of pesticides in vegetables

农药残留种类		样品数	检出数	检出率/%	平均含量/(mg/kg)	P_{50} 值/(mg/kg)	结果范围/(mg/kg)	DEIC/[mg/(人•天)]	ADI/(mg/kg•bw)	IFS
有机磷类	水胺硫磷	3462	5	0.14	0.0307	0.0300	ND-1.19	0.00826	0.003	0.04588
	毒死蜱	3462	12	0.35	0.0005	0.0002	ND-0.7	0.00014	0.01	0.00023
	滴滴涕	3462	1	0.03	0.0009	0.0009	ND-0.0083	0.00024	0.01	0.00041
	六六六	3462	1	0.03	0.0001	0.0001	ND-0.0023	0.00003	0.005	0.00009
有机氯类	三唑酮	3462	1	0.03	0.0011	0.0010	ND-0.29	0.00029	0.03	0.00016
	丁草胺	3462	4	0.12	0.0030	0.0030	ND-0.29	0.00081	0.1	0.00014
	异菌脲	3462	5	0.14	0.0011	0.0010	ND-0.21	0.00029	0.06	0.00008
	百菌清	3462	33	0.95	0.0005	0.0003	ND-0.096	0.00013	0.02	0.00011
拟除虫菊酯类	腐霉利	3462	44	1.27	0.0079	0.0020	ND-6.9	0.00214	0.1	0.00036
	氯氟氰菊酯	3462	1	0.03	0.0032	0.0030	ND-0.87	0.00087	0.02	0.00073
	联苯菊酯	3462	7	0.20	0.0007	0.0006	ND-0.12	0.00019	0.01	0.00031
	异丙威	3462	3	0.09	0.0100	0.0100	ND-0.048	0.00270	0.002	0.02248

注: ND 表示未检出。

4 结论与讨论

石家庄市抽检的蔬菜样品中检出 8 类、超标 1 类, 检出率为 3.50%, 超标率 0.20%, 超标蔬菜为芹菜、小白菜、白菜等叶菜类, 这与李进义等^[18]、李安等^[19]、何良兴等^[20]的研究基本相一致, 原因可能为叶菜类的叶片表面积大, 与农药直接接触容易吸收较多农药^[21]。从蔬菜质量安全综合评价来看, 其他瓜类、茄果类、鳞茎类等蔬菜受农药污染的程度不同, 其农药残留可能与不同蔬菜品种的种植特征与病虫害影响有关。

定量检测出 13 种农药, 检出以腐霉利、百菌清、毒死蜱等有机氯类农药为主。超标为水胺硫磷和毒死蜱, 分别超标 5 批次和 2 批次。从农药污染的样品综合比率值进行评价, 有机氯类农药是影响石家庄市蔬菜质量安全的主要因素, 有机氯类农药具有杀虫谱广、杀虫效果好、生物半衰期短、易降解等优点^[22], 这也是有机氯农药广泛应用的主要原因之一。

从安全指数的分析结果可看出, 石家庄市的各蔬菜食品安全指数均远远小于 1, 表明石家庄市蔬菜蔬菜的质量整体较安全, 被检农药残留状况总体良好。但检测过程中发现, 蔬菜产品中有腐霉利、百菌清等不同程度残留检出, 虽然其残留浓度远低于国家规定的残留限量, 但水胺硫磷、毒死蜱存在超标现象, 这些是影响蔬菜产品质量安全的隐患因子。同时检测结果还表明部分样品存在联合用药情况, 联合用药毒性往往具有相加作用。因此, 仍要引起政府足够的重视, 加强监管力度, 确保蔬菜产品质量安全。

参考文献

- [1] 韦友欢, 黄秋婵, 谢燕青. 农药残留对人体健康的危害效应及毒理机制[J]. 广西民族师范学院学报, 2010, 27(3): 9–12.
Wei YH, Huang QC, Xie YQ. Harmful effects and toxicological mechanism of pesticide residues on human health [J]. J Guangxi Norm Univ Nat, 2010, 27(3): 9–12.
- [2] 国家卫生计生委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告(2015 年)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
Bureau of disease prevention and control of the National Health Planning Commission. Report on the status of Chinese residents' nutrition and chronic diseases(2015) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015.
- [3] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines of Chinese residents (2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [4] NY/T 789-2004 农药残留分析样本的采样方法[S].
NY/T 789-2004 Guideline on sampling for pesticide residue analysis [S].
- [5] GB/T 8855-2008 新鲜水果和蔬菜取样方法[S].
GB/T 8855-2008 Fresh fruits and vegetables-Sampling [S].
- [6] NY/T 761-2008 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定[S].
NY/T 761-2008 Pesticide multiresidue screen methods for determination of organophosphorus pesticides, organochlorine pesticides, pyrethroid pesticides and carbamate pesticides in vegetables and fruits [S].
- [7] GB 2763-2016 食品安全国家标准食品中农药最大残留限量[S].
GB 2763-2016 National food safety standard-Maximum residue limits for pesticides in food [S].
- [8] 王绪卿, 吴永宁, 陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题[J]. 中华预防医学杂志, 2002, 36(4): 63–64.
Wang XQ, Wu YN, Chen JS. Low level data processing of food pollution monitoring [J]. Chin J Prev Med, 2002, 36(4): 63–64.
- [9] 宫春波, 王朝霞, 孙月琳, 等. 食品安全风险监测数据统计处理常见问题探讨[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(6): 575–578.
processing on food safety risk surveillance data [J]. Chin J Food Hyg, 2013, 25(6): 575–578.
- [10] 张志恒, 汤涛, 徐浩, 等. 果蔬中氯吡嘧啶残留的膳食摄入风险评估[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1982–1991.
Zhang ZH, Tang T, Xu H, et al. Dietary intake risk assessment of forchlorfenuron residue in fruits and vegetables [J]. Sci Agric Sin, 2012, 45(10): 1982–1991.
- [11] 柴勇, 杨俊英, 李燕, 等. 基于食品安全指数法评估重庆市蔬菜中农药残留的风险[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 98–102.
Chai Y, Yang JY, Li Y, et al. Risk estimate of vegetables based on food safety indexes methods in Chongqing [J]. Southwest China J Agric Sci, 2010, 23(1): 98–102.
- [12] United States Environmental Protection Agency. EPA/630/R-97/001 Guiding principles for monte carlo analysis [R]/Risk Assessment Forum. Washington DC: USEPA, 1997.
- [13] 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所. 农产品质量安全风险评估: 原理、方法和应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
Institute of agricultural quality standards and testing technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences. Risk Assessment of agricultural product quality safety: Principles, methods and applications [M]. Beijing: China Standard Press, 2007.
- [14] 中国营养学会. 中国居民膳食指南 2016[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines for Chinese Residents(2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [15] 中国居民营养与慢性病状况报告(2015 年)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
Nutrition and chronic diseases among Chinese Residents(2015) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015.
- [16] 钱永忠, 李耘. 农产品质量安全风险评估—原理、方法和应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
Qian YZ, Li Y. Principle, method and application of agricultural product quality and safety risk assessment [M]. Beijing: Standards Press of China, 2007.
- [17] 马丽萍, 汪少敏, 姜慎, 等. 利用食品安全指数法对地产蔬菜农药安全风险评价[J]. 中国卫生检验杂志, 2014, 24(2): 247–249.
Ma LP, Wang SM, Jiang S, et al. Safety risk assessment of local vegetable pesticides by food safety index method [J]. Chin J Health Lab Technol, 2014, 24(2): 247–249.
- [18] 李进义, 闵国平, 严建国, 等. 襄阳市市售蔬菜中农药残留状况调查及

- 慢性膳食暴露评估[J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(13): 1942–1944.
- Li JY, Min GP, Yan JG, *et al.* Investigation on pesticide residues in market vegetables in Xiangyang and its assessment of chronic dietary exposure [J]. Chin J Health Lab Technol, 2017, 27(13): 1942–1944.
- [19] 李安, 王北洪, 潘立刚, 等. 北京市蔬菜中农药残留现状及慢性膳食暴露评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(3): 1164–1169.
- Li A, Wang BH, Pan LG, *et al.* Pesticide residues in vegetables and assessment of chronic dietary exposure in Beijing [J]. J Food Saf Qualit, 2016, 7(3): 1164–1169.
- [20] 何良兴, 张璞文, 李燕. 2010 年杭州市蔬菜有机磷和氨基甲酸酯农药残留状况分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(6): 1479–1481.
- He LX, Zhang LW, Li Y. Analysis of organophosphorus and carbamate pesticide residues in vegetables in Hangzhou in 2010 [J]. Chin J Health Lab Technol, 2011, 21(6): 1479–1481.
- [21] 邓波, 王珊珊, 陈国元. 2007–2011 年全国蔬菜农药残留状况规律分析[J]. 实用预防医学, 2013, 20(2): 253–256, 250.
- Deng B, Wang SS, Chen GY. Regular Analysis on the Residual Status of Pesticides in Vegetables in China from 2007 to 2011 [J]. Pract Prev Med, 2013, 20(2): 253–256, 250.
- [22] 唐海彦, 李凯, 乔绍伟, 等. 气相色谱法检测蔬菜中有机氯类、拟除虫菊酯类农药多残留[J]. 北京农业, 2015, (9): 135–136.
- Tang HY, Li K, Qiao SW, *et al.* Determination of organochlorine and pyrethroid pesticide residues in vegetables by gas chromatography [J]. Beijing Agric, 2015, (9): 135–136.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



左晓磊, 硕士, 研究员, 主要研究方向为畜产品安全研究及监测。
E-mail: zuoxil@163.com



韩爱云, 博士, 副教授, 主要研究方向为食品营养与安全。
E-mail: irene0001@126.com