

吉林省 5 种食用菌中杀虫剂残留量的检测 及其风险评价

王辉龙^{1,2}, 马 杰¹, 呼妙炫², 刘思洁^{1*}, 刘 智^{2*}

(1. 吉林省疾病预防控制中心, 长春 130062; 2. 长春中医药大学健康管理学院, 长春 130117)

摘 要: **目的** 了解吉林省市售食用菌杀虫剂残留污染水平, 评价其膳食暴露健康风险。**方法** 采集吉林省市售食用菌样本 116 份, 按照 GB 23200.113-2018《食品安全国家标准植物源性食品中 208 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱-质谱联用法》规定的标准操作程序进行 32 种杀虫剂检测, 运用食品安全指数法对 5 种食用菌(金针菇、木耳、平菇、香菇、杏鲍菇)中的杀虫剂残留所带来的风险进行评估。**结果** 吉林省 5 种食用菌所检测的 32 种杀虫剂中有 11 种有检出, 分别为 5 种氨基甲酸酯类杀虫剂、5 种菊酯类杀虫剂和 1 种有机磷杀虫剂, 其中氰戊菊酯、氯氟氰菊酯和氯氰菊酯 3 种杀虫剂污染程度最为严重, 检出率分别为 18.97%、18.10%、11.21%。食用菌中有检出的 11 种杀虫剂的 IFS 值与 5 种食用菌的 $\overline{IFS}$ 值均远远小于 1。**结论** 所检测的 32 种杀虫剂的残留量对吉林省 5 种食用菌产品的食用安全没有影响, 5 种食用菌的安全状态都处在可接受的安全水平。

关键词: 食用菌; 杀虫剂残留; 食品安全指数法; 气相色谱-质谱联用法

Determination and risk assessment of insecticide residue in 5 kinds of edible fungi in Jilin province

WANG Hui-Long^{1,2}, MA Jie¹, HU Miao-Xuan², LIU Si-Jie^{1*}, LIU Zhi^{2*}

(1. Jilin Provincial Center for Disease Control and Prevention, Changchun 130062, China;

2. College of Health Management, Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun 130117, China)

ABSTRACT: Objective To understand the pollution level of insecticide residues in commercial edible fungi in Jilin province, and evaluate the health risk of dietary exposure. **Methods** One hundred and sixteen edible fungi samples sold in Jilin province were collected and 32 insecticides were detected according to the standard operating procedures specified in GB 23200.113-2018 *National food safety standard-Determination of 208 pesticides and their metabolites residues in plant derived food-Gas chromatography-mass spectrometry*. And the risk of pesticide residues in 5 kinds of edible fungi (flavor mushroom, fungus, oyster mushroom, shiitake mushroom) were evaluated by food safety index method. **Results** Eleven kinds insecticides were detected in 5 edible fungi in Jilin province, including 5 kinds of carbamate insecticides, 5 kinds of pyrethroid insecticides and 1 kind of organophosphate insecticide. The insecticides of fenvalerate, cyhalothrin and cypermethrin were the most polluted, and the detection

*通讯作者: 刘思洁, 主任技师, 主要研究方向为食品安全风险监测与评估。E-mail: 0928lsj@163.com

刘智, 副教授, 主要研究方向为中药药理与毒理学研究。E-mail: 54876760@qq.com

*Corresponding author: LIU Si-Jie, Chief Technician, Jilin Provincial Center for Disease Control and Prevention, Changchun 130062, China. E-mail: 0928lsj@163.com

LIU Zhi, Associate Professor, Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun 130117, China. E-mail: 54876760@qq.com

rates were 18.97%, 18.10%, and 11.21%, respectively. The food safety index of 11 insecticides and the average food safety index of 5 edible fungi were far less than 1. **Conclusion** The risk assessment results show that the residual amount of 32 pesticides tested has no effect on the food safety of 5 edible fungi products in Jilin province, and the safety status of the 5 edible fungi are at an acceptable level of safety.

KEY WORDS: edible fungus; insecticide residue; food safety index method; gas chromatography-mass spectrometry

1 引言

食用菌是可供食用的大型高等真菌的统称。食用菌营养价值高, 富含蛋白质、糖类、脂类、维生素、矿物质等多种营养成分和活性物质^[1], 能够清除机体内的自由基、提高抗氧化酶的活性、抑制脂质过氧化酶的活性, 从而起到保护生物膜和抗衰老的作用^[2], 并且还具有抗肿瘤^[3]、抗辐射^[4]、抗突变^[5]、抗菌^[6]、抗炎反应^[7]、调节免疫力、降低胆固醇、预防肥胖症和糖尿病等多种保健功效^[8]。

我国是食用菌生产和出口大国, 吉林省是中国食用菌生产量和流通量最大的地区之一。食用菌属于异养型生物, 需要丰富的有机物作为培养基质, 这些基质中滋生着多种有害生物, 同时食用菌菌丝和子实体的气味还能吸引多种昆虫来摄食和繁殖^[9]。虫害发生后, 许多菇农盲目用药, 往往导致菇体杀虫剂残留过高^[10]。杀虫剂可作为内分泌干扰物 (environmental endocrine disrupting chemicals, EEDs) 对动物的生殖、发育和内分泌产生干扰作用, 诱发机体的氧化应激过程、造成 DNA 损伤、导致遗传毒性及免疫功能下降等多种毒性效应^[11]。因此, 开展对吉林省 5 种食用菌的杀虫剂残留情况的检测并评价其安全风险有着重要的现实意义。

国内学者使用食品安全指数法计算果蔬农残污染情况文章较多^[12-15], 但只有极少部分文章使用食品安全指数法对食用菌的农药残留进行安全评估^[16], 而针对杀虫剂的食物安全评估更少。本研究利用食品安全指数法对吉林省市售食用菌杀虫剂残留进行安全评估, 探讨吉林省内食用菌超标的农药种类、不同食用菌农药残留超标情况等, 并对居民食用残留农药的食用菌所带来的健康风险进行评估, 以期对食用菌的安全生产和有效监管提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 材料

根据吉林省食用菌的生产销售的具体情况, 抽样环节包括食用菌的生产企业, 批发市场, 农贸市场和大型超市, 种类有金针菇、木耳、平菇、香菇、杏鲍菇 5 大类, 其中木耳为干品, 其他种类为鲜品, 各个种类抽样数量依次为 14、24、28、37、13 个, 共计 116 个样品。

2.2 试剂与仪器

2.2.1 试剂耗材

乙腈、环己烷、丙酮(农残级, 德国 Merck 公司); 氦气(99.999%, 长春巨洋气体有限公司); QuEChERS 萃取盐包(含无水硫酸镁 4 g、氯化钠 1 g、柠檬酸钠 1 g 及柠檬酸氢二钠 0.5 g)、净化离心管 I(含无水硫酸镁 900 mg 及 PSA 150 mg)、净化离心管 II(含无水硫酸镁 885 mg、PSA 150 mg 及石墨化炭黑 GSB 15 mg, 美国安捷伦公司)。

2.2.2 标准物质

残杀威、敌敌畏、毒死蜱、对硫磷、氟氯氰菊酯、甲胺磷、甲拌磷、甲基对硫磷、甲萘威、甲氰菊酯、久效磷、抗蚜威、克百威、乐果、联苯菊酯、硫丹硫酸酯、氯氟氰菊酯、氯菊酯、氯氰菊酯、氯唑磷、马拉硫磷、灭多威、灭线磷、氰戊菊酯、三唑磷、水胺硫磷、溴氰菊酯、亚胺硫磷、氧化乐果、乙酰甲胺磷、异丙威、仲丁威标准品(含量均>98.0%, 德国 DR.Ehrenstorfer 公司)。

2.2.3 仪器设备

GPC-GC/MS-QP2010 Ultra 在线凝胶渗透色谱-气相色谱-质谱联用仪(日本岛津公司); JJ5000B 电子分析天平(0~320 g, 杭州万特衡器有限公司); KQ-2200E 型超声波清洗机(昆山市超声仪器有限公司); GL-20G-II型离心机(上海安亭科学仪器厂); RE-52 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂); H-101 型涡旋仪(上海康禾光电仪器有限公司); MTN-2800D 氮吹浓缩装置(天津奥特赛恩斯仪器有限公司); Milli Q 超纯水仪(美国密理博有限公司)。

2.3 检测方法

采集的食用菌样品按照 GB 23200.113-2018《食品安全国家标准 植物源性食品中 208 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱-质谱联用法》^[17]的方法测定, 所检测的杀虫剂包括氨基甲酸酯类杀虫剂、有机磷杀虫剂和拟除虫菊酯类杀虫剂。检测的杀虫剂种类具体是: 残杀威、敌敌畏、毒死蜱、对硫磷、氟氯氰菊酯、甲胺磷、甲拌磷、甲基对硫磷、甲萘威、甲氰菊酯、久效磷、抗蚜威、克百威、乐果、联苯菊酯、硫丹硫酸酯、氯氟氰菊酯、氯菊酯、氯氰菊酯、氯唑磷、马拉硫磷、灭多威、灭线磷、氰戊菊酯、三唑磷、水胺硫磷、溴氰菊酯、亚胺硫磷、氧化乐果、乙酰甲胺磷、异丙威和仲丁威, 共 32 种。检测结果分别按照上述检测方法进行结果判定。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^[18]。

2.4 评价方法和依据

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)的平均值评价食用菌产品的安全状态^[16]。

评估计算公式:

$$IFS_C = \frac{EDI_C \times f}{SI_C \times b_w} \tag{1}$$

$$\overline{IFS} = \sum_i^n IFS_{Ci} / n \tag{2}$$

式(1)中, c 为所研究的某种杀虫剂; EDI_c 为杀虫剂的实际摄入量估算值($EDI_c=R_i \times F_i \times E_i \times P_i$, mg/d; 式中: R_i 为食用菌 i 中杀虫剂 c 的残留水平, mg/kg; F_i 为食用菌 i 的估计摄入量, kg/d; E_i 为食用菌的可食用部分因子; P_i 为食用菌的加工处理因子; SI_c 为杀虫剂 c 的安全摄入量, 采用每日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI)表示; b_w 为人的平均体重, kg; f 为安全摄入量的校正因子。

式(2)中, IFS_{ci} 指食用菌种类 i 中杀虫剂 c 的食品安全指数; n 指杀虫剂的种类; $\overline{IFS}$ 指食用菌 i 中杀虫剂残留食品安全指数值的平均值。

IFS 小于 1 表示所检测的杀虫剂对人们的健康造成的危害效应并不明显,所检测的药物对人们健康的风险是可以接受的, IFS 大于 1 表示所检测的杀虫剂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状态为不可接受的,应该进入风险管理程序^[16]。

3 结果与分析

3.1 不同杀虫剂残留的检测结果

常见食用菌中不同杀虫剂的残留检测结果见表 1。在所检测的 32 种杀虫剂中, 11 种有检出, 检出数以菊酯类杀虫剂最多, 共有 5 种菊酯类杀虫剂检出, 分别是: 氟氯氰菊酯、联苯菊酯、氯氟氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯。其中氰戊菊酯、氯氟氰菊酯和氯氰菊酯 3 种杀虫剂污染程度最为严重, 检出率分别为 18.97%(22/116)、18.10%(21/116)、11.21%(13/116); 氨基甲酸酯类杀虫剂有 5 种检出, 分别是: 残杀威、抗蚜威、克百威、灭多威和仲丁威, 检出率较低, 分别为 5.17%(6/116)、0.86%(1/116)、2.59%(3/116)、2.59%(3/116)、0.86%(1/116); 有机磷杀虫剂仅有 1 种检出, 为硫丹硫酸酯, 检出率为 0.86%(1/116)。由此可见, 常用食用菌中以氨基甲酸酯类杀虫剂和菊酯类杀虫剂污染较为常见, 其中菊酯类杀虫剂污染程度较高, 可能与菊酯类杀虫

剂高效低毒, 污染比传统的有机磷杀虫剂更低有关^[19]。

表 1 11 种杀虫剂的检测结果
Table 1 Detection results of 11 kinds of insecticide

农药种类	ADI/(mg/kg)	b_w	检出数/份	检出率/%	最大值/(mg/kg)
残杀威	0.020	6	5.17	0.043	
抗蚜威	0.020	1	0.86	0.028	
克百威	0.001	3	2.59	0.031	
灭多威	0.020	3	2.59	5.950	
仲丁威	0.060	1	0.86	0.040	
氟氯氰菊酯	0.040	5	4.31	0.067	
联苯菊酯	0.010	1	0.86	0.015	
氯氟氰菊酯	0.020	21	18.10	0.158	
氯氰菊酯	0.020	13	11.21	0.210	
氰戊菊酯	0.020	22	18.97	0.055	
硫丹硫酸酯	0.006	1	0.86	0.040	

3.2 各类食用菌的检测结果

不同种类食用菌的杀虫剂残留检测结果见表 2。由表 2 可知, 香菇中检出的杀虫剂种类最多, 共有 8 种杀虫剂有检出, 包括 4 类氨基甲酸酯类杀虫剂和 4 类菊酯类杀虫剂, 其中以氯氟氰菊酯、氰戊菊酯和氟氯氰菊酯检出率最高; 平菇中有 7 种杀虫剂有检出, 包括 3 类氨基甲酸酯类杀虫剂和 4 类菊酯类杀虫剂, 以氟氯氰菊酯、氯氰菊酯和氰戊菊酯检出率最高; 金针菇中有 6 种杀虫剂有检出, 包括 1 类氨基甲酸酯类杀虫剂、4 类菊酯类杀虫剂和 1 类有机磷杀虫剂, 以氟氯氰菊酯、氯氰菊酯和氰戊菊酯检出率最高, 其中有机磷杀虫剂硫丹硫酸酯仅在金针菇中有检出; 杏鲍菇中有 4 类杀虫剂有检出, 包括 1 类氨基甲酸酯类杀虫剂和 3 类菊酯类杀虫剂, 以氟氯氰菊酯、氯氰菊酯和氰戊菊酯检出率最高; 木耳中有 3 类杀虫剂有检出, 分别是灭多威、氟氯氰菊酯和氯氰菊酯。在 5 种食用菌中, 以香菇、平菇和金针菇杀虫剂检出的种类居多, 杏鲍菇整体检出率最高, 木耳的检出情况最低。氟氯氰菊酯和氯氰菊酯的使用最普遍, 在 5 种食用菌中均有检出。说明这 5 种食用菌中杀虫剂都有不同程度的残留, 迫切需要风险评定。

3.3 食用菌杀虫剂残留安全评价

本次实验假设 $F_i=100$ g/(人·d)(鲜重), 因木耳为干品, 按照干湿比 1:12 折算为鲜重, 参考国标 GB/T 6192-2008《黑木耳》^[20], $E_i=1$, $P_i=1$ ^[16], $b_w=60$ kg^[21], R_i 为食用菌 i 中杀虫剂 c 的检出最大值算; SI_c 采用可接受日摄入量, 参考国家标准 GB 2763-2016《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》^[22]; 校正因子 值取 1。根据公式计算出各

种农药在不同种类食用菌中的 IFS 值和 $\overline{IFS}$ 值(表 3), 从表 3 中可以看出, 检出的 11 种杀虫剂在 5 种常见食用菌中的 IFS 值均远远小于 1, 为低风险。金针菇、木耳、平菇、香菇和杏鲍菇的 $\overline{IFS}$ 值分别为: 0.0026、0.0139、0.0118、0.0205、0.0056, 均远远小于 1, 说明本次实验检测的杀虫剂种类对吉林省 5 种常见食用菌的食用安全没有影响。

表 2 5 种常用食用菌的检测结果
Table 2 Test results of 5 kinds of commonly used edible fungi

农药种类	金针菇		木耳		平菇		香菇		杏鲍菇	
	检出率 /%	最大值 /(mg/kg)	检出率 /%	最大值 /(mg/kg)	检出率 /%	最大值 /(mg/kg)	检出率 /%	最大值 /(mg/kg)	检出率 /%	最大值 /(mg/kg)
残杀威	14.29	0.036	—	—	7.14	0.038	2.70	0.042	7.69	0.043
抗蚜威	—	—	—	—	3.57	0.028	—	—	—	—
克百威	—	—	—	—	3.57	0.031	5.41	0.028	—	—
灭多威	—	—	8.33	5.950	—	—	2.70	0.850	—	—
仲丁威	—	—	—	—	—	—	2.70	0.040	—	—
氟氯氰菊酯	7.14	0.067	—	—	—	—	10.81	0.016	—	—
联苯菊酯	—	—	—	—	3.57	0.015	—	—	—	—
氯氟氰菊酯	28.57	0.079	4.17	0.013	17.86	0.083	16.22	0.146	38.46	0.158
氯氰菊酯	14.29	0.027	4.17	0.030	14.29	0.018	8.11	0.041	23.08	0.210
氰戊菊酯	35.71	0.046	—	—	17.86	0.048	16.22	0.045	46.15	0.055
硫丹硫酸酯	7.14	0.040	—	—	—	—	—	—	—	—

注: —为未检出。

表 3 食用菌 IFS 值
Table 3 Edible fungus IFS values

农药种类	ADI/(mg/kg) b_w	IFS				
		金针菇	木耳	平菇	香菇	杏鲍菇
残杀威	0.020	0.0030	—	0.0032	0.0035	0.0036
抗蚜威	0.020	—	—	0.0023	—	—
克百威	0.001	—	—	0.0517	0.0467	—
灭多威	0.020	—	0.0413	—	0.0708	—
仲丁威	0.060	—	—	—	0.0011	—
氟氯氰菊酯	0.040	0.0028	—	—	0.0007	—
联苯菊酯	0.010	—	—	0.0025	—	—
氯氟氰菊酯	0.020	0.0066	0.0001	0.0069	0.0122	0.0132
氯氰菊酯	0.020	0.0023	0.0002	0.0015	0.0034	0.0175
氰戊菊酯	0.020	0.0038	—	0.0040	0.0038	0.0046
硫丹硫酸酯	0.006	0.0111	—	—	—	—
$\overline{IFS}$	—	0.0026	0.0139	0.0118	0.0205	0.0056

注: —为未检出。

4 结论与讨论

本次实验检测的 5 种食用菌样品中, 在全部检测的 32 种杀虫剂检出的 11 种为 5 种氨基甲酸酯类杀虫剂、5 种菊

酯类杀虫剂和 1 种有机磷杀虫剂, 以菊酯类杀虫剂残留情况最严重, 菊酯类杀虫剂的广泛应用可能与其毒性相对其他类杀虫剂较低有关。在检测的 5 种食用菌中, 不同种类的食用菌杀虫剂残留情况有所不同, 香菇中检出杀虫剂种

类最多,金针菇、平菇和杏鲍菇居中,木耳的杀虫剂检出率最低。风险评估结果显示5种食用菌中11种有检出杀虫剂的IFS值与5种食用菌的 $\overline{IFS}$ 值均远远小于1,说明本次实验检测的杀虫剂种类对吉林省5种食用菌的食用安全没有影响。虽然对于食用不影响,但仍是影响食用菌质量安全的隐患因子。因此,仍要引起政府足够的重视,加强监管力度,确保食用菌产品质量安全。另外,本次安全性评估在计算过程中,可食用部分因子、估计摄入量和加工因子均为估算值,只能在大体上估算常用食用菌的杀虫剂残留风险,并不能适合所有食用菌品种和每一个食用者。

参考文献

- [1] 陈惜燕,蒲鹏,康靖全,等. 8种食用菌游离氨基酸的组成及含量比较[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(5): 183-190.
Chen XY, Pu P, Kang JQ, et al. Composition and content comparison of free amino acids in 8 kinds of edible fungi [J]. J Northwest A F Univ (Nat Sci Ed), 2017, 45(5): 183-190.
- [2] 李婷婷. 硫酸酯化黑木耳 NTAAP 多糖片段与松多酚协同抗氧化研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.
Li TT. Study on synergistic antioxidation of sulfated polysaccharide fragment of black fungus NTAAP and pine polyphenol [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2015.
- [3] 汪璐,刘明月,谢鲲鹏,等. 金针菇与黑木耳醇提物的抗肿瘤和抗氧化作用比较[J]. 中国生化药物杂志, 2016, 36(12): 46-48.
Wang L, Liu MY, Xie KP, et al. Comparison of antitumor and antioxidant effects of ethanol extracts from *Flammulina velutipes* and *Auricularia auricula* [J]. Chin J Biochem Pharm, 2016, 36(12): 46-48.
- [4] 于纯森,于栋华,国立东,等. 食用菌多糖抗辐射损伤作用研究进展[J]. 食用菌, 2015, 37(3): 1-5.
Yu CM, Yu DH, Guo LD, et al. Research progress in the anti radiation effects of polysaccharides from edible fungi [J]. Edible Fungi, 2015, 37(3): 1-5.
- [5] 李雪,金乾坤,李晓东,等. 长白山野生食用菌多糖抗突变作用的研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(14): 139-142.
Li X, Jin QK, Li XD, et al. Study on the antimutagenic effect of polysaccharide from wild edible fungus in Changbai mountain [J]. Food Res Dev, 2015, 36(14): 139-142.
- [6] 刘莹. 三种食用菌粗多糖体外抗菌活性研究[J]. 食用菌, 2009, 31(2): 66-68.
Liu Y. *In vitro* antibacterial activity of three kinds of polysaccharide from edible fungi [J]. Edible Fungi, 2009, 31(2): 66-68.
- [7] 任珍珍. 香菇菌糖多糖的制备及其抗氧化、抗炎和肺保护作用的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2018.
Ren ZZ. Study on the preparation of lentinan and its antioxidant, anti-inflammatory and lung protective effects [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2018.
- [8] 刘思洁,牛会坤,方赤光,等. 食用菌主要重金属污染及风险评估研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(12): 3206-3211.
Liu SJ, Niu HK, Fang CG, et al. Research progress on the main heavy metal pollution and risk assessment of edible mushrooms [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(12): 3206-3211.
- [9] 宋金伟,华秀红,刘超. 食用菌专用杀虫剂-菇净的药效及其安全性[J]. 江苏农业学报, 2006, (4): 470-472.
Song JD, Hua XH, Liu C. Efficacy and safety of gujing, a special insecticide for edible fungi [J]. Jiangsu J Agric Sci, 2006, (4): 470-472.
- [10] 马林,林金盛,曲绍轩,等. 三种杀虫剂对从南京食用菌大棚随机捕获的 *Bradysia* 的防治效果[J]. 食用菌学报, 2017, 24(3): 87-90.
Ma L, Lin JS, Q SX, et al. Efficacy of thiamethoxam, pymetrozine and acetamipridin controlling bradysia under laboratory conditions and in a pleurotusostreatus cultivation facility [J]. Acta Edible Fungi, 2017, 24(3): 87-90.
- [11] 李勃,马瑜,张育辉. 有机磷类杀虫剂对非靶标水生动物的毒性机制研究进展[J]. 农药学报, 2016, 18(4): 407-415.
Li B, Ma Y, Zhang YH. Review on toxic mechanisms of organophosphate insecticides towards non-target aquatilia [J]. Chin J Pest Sci, 2016, 18(4): 407-415.
- [12] 卢素格,张榕杰,张伟,等. 2017年河南省蔬菜和水果中杀菌剂类农药残留风险评估[J]. 中国预防医学杂志, 2018, 19(10): 747-751.
Lu SG, Zhang RJ, Zhang W, et al. Risk assessment of pesticide residues in vegetables and fruits in Henan province in 2017 [J]. Chin Prev Med, 2018, 19(10): 747-751.
- [13] 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. Evaluation of safety risk of local vegetables by food safety index method [J]. Chin J Health Lab Technol, 2014, 24(2): 247-249.
- [14] 王冬群,马金金,胡寅侠,等. 基于食品安全指数法评估慈溪市草莓农药残留的风险[J]. 中国蔬菜, 2012, (24): 92-95.
Wang DQ, Ma JJ, Hu YX, et al. Risk Evaluation of strawberry pesticide residue based on food safety index method in Cixi city [J]. Chin Veget, 2012, (24): 92-95.
- [15] 郭萍,陈建安,张景平,等. 食品安全指数评价新罗区大棚蔬菜农药污染水平[J]. 海峡预防医学杂志, 2011, 17(6): 52-54.
Guo P, Cheng JA, Zhang JP, et al. Evaluation of pesticide pollution level of greenhouse vegetables in Xinluo district by food safety index [J]. Strait J Prev Med, 2011, 17(6): 52-54.
- [16] 兰珊珊,林涛,林昕,等. 食品安全指数法评估西南地区食用菌中农药残留风险[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(1): 199-204.
Lan SS, Lin T, Lin X, et al. Risk assessment of pesticide residues in edible mushrooms in southwest China based on food safety indexes [J]. Jiangsu J Agric Sci, 2014, 30(1): 199-204.
- [17] GB 23200.113-2018 食品安全国家标准 植物源性食品中208种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱-质谱联用法[S].
GB 23200.113-2018 National food safety standard-Determination of 208 pesticides and their metabolites residues in plant derived food-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [18] 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.
Gong CB, Wang ZX, Sun YL, et al. Application of statistic analysis processing on food safety risk surveillance date [J]. Chin J Food Hyg,

2013, 25(6): 575–578.

- [19] 丁润梅, 吴冰, 田大年. QuEChERS-气相色谱-质谱联用法测定温棚蔬菜中 7 种氨基甲酸酯及 5 种拟除虫菊酯农药残留[J]. 现代预防医学, 2018, 45(17): 3160–3164.

Ding RM, W B, Tian DN. Determination of 7 carbamates and 5 pyrethroids pesticide residues in greenhouse vegetables by QuEChERS-GC-MS [J]. Mod Prev Med, 2018, 45(17): 3160–3164.

- [20] GB/T 6192-2008 黑木耳[S].

GB/T 6192-2008 *Auricularia auricula* [S].

- [21] 刘思洁, 王慧, 王博, 等. 吉林省主要食品中砷污染状况及居民膳食暴露风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(6): 645–649.

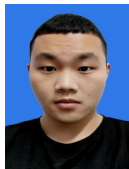
Liu SJ, Wang H, Wang B, *et al.* Arsenic contamination in main foods and the dietary exposure assessment for the population of Jilin province [J]. Chin J Food Hyg, 2018, 45(17): 3160–3164.

- [22] 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 limit of pesticides in food [S].

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



王辉龙, 硕士研究生, 主要研究方向为营养与食品卫生。

E-mail: 857508214@qq.com



刘思洁, 博士, 主任技师, 主要研究方向为食品安全检测与评估。

E-mail: 0928lsj@163.com



刘 智, 博士, 副教授, 主要研究方向为中药药理与毒理学研究

E-mail: 54876760@qq.com