

# 黔东南州瓜类蔬菜农药残留检测和风险评估

刘太阳<sup>1</sup>, 周敏<sup>2</sup>, 刘文锋<sup>1\*</sup>

(1. 黔东南州农产品质量安全检测中心, 凯里 556000; 2. 凯里学院, 凯里 556011)

**摘要:** **目的** 评估黔东南州瓜类蔬菜中农药残留风险。**方法** 在贵州省黔东南州境内进行随机取样监测, 通过液相色谱-质谱联用仪和气相色谱-质谱联用仪检测瓜类蔬菜中 50 种农药残留水平。**结果** 黔东南州内共 100 份瓜类蔬菜中有 15 个样品检出了农药残留, 共检出 8 种农药, 检出次数共 20 次, 检出结果均未超过国家规定的最大残留限量。**结论** 黔东南州瓜类蔬菜中农药残留对人体的潜在危害水平是可以接受的, 不会对人群产生不良作用。

**关键词:** 瓜类蔬菜; 农药残留; 风险评估; 黔东南州

## Pesticide residue detection and risk assessment of cucurbit vegetable in Qiandongnan Prefecture

LIU Tai-Yang<sup>1</sup>, ZHOU Min<sup>2</sup>, LIU Wen-Feng<sup>1,\*</sup>

(1. Examining and Inspection center for agricultural products safety and quality of Qiandongnan Prefecture, Kaili 556000, China; 2. Kaili University, Kaili 556011, China)

**ABSTRACT:** **Objective** To evaluate the risk of pesticide residues in cucurbit vegetables in Guizhou Qiandongnan Prefecture. **Methods** LC-MS and GC-MS was used for determination of residues of the level of 50 pesticide residues in cucurbit vegetable samples collected randomly from Guizhou Qiandongnan Prefecture. **Results** It showed that Pesticide residues were detected in 15 samples of 100 cucurbit vegetables, 8 pesticides were detected, 20 times in total, The average value of food safety index in cucurbit vegetables related to pesticide residues did not exceed the national maximum residue limit in Guizhou Qiandongnan Prefecture. **Conclusion** Our findings suggest that the potential hazard level of pesticide residues in cucurbit vegetables in Guizhou Qiandongnan Prefecture is acceptable.

**KEY WORDS:** cucurbit vegetable; pesticide residue; risk assessment; Qiandongnan Prefecture

## 0 引言

瓜类蔬菜分布广泛, 营养价值高, 是葫芦科中食用部分主要为瓠果的蔬菜, 常见的瓜类蔬菜包括黄瓜、西葫芦、苦瓜、丝瓜、瓠瓜、冬瓜、南瓜等<sup>[1-3]</sup>。近年来, 瓜类蔬菜是我国消费量较大的蔬菜之一, 农药残留是影响其安全性的重要因素之一<sup>[4,5]</sup>, 造成瓜类蔬菜残留超标的根本原因是瓜类蔬菜的种植长期以散户、种植大户和家庭农场为主, 科学种植水平

不高, 技术落后, 致使在应对病虫害方面存在安全意识薄弱、用药不规范等问题。因此, 本研究选择黔东南州为研究区域, 随机采集 100 份样品, 通过检测样品中农药残留量来评价黔东南州瓜类蔬菜的农药残留水平及风险水平<sup>[6-8]</sup>, 为黔东南州农产品提供数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

\*通信作者: 刘文锋, 研究员, 研究方向为农产品检测。E-mail:952853352@qq.com

\*Corresponding author: LIU Wen-Feng, Researcher, Examining and Inspection center for agricultural products safety and quality of Qiandongnan Prefecture, Kaili 556000, China

黔东南苗族侗族自治州作为本次瓜类蔬菜农残检测和风险评估的采样区域,样品采集时间为2023年1—6月,每份(500±1)g,共100份。

## 1.2 试剂及仪器

### 1.2.1 主要试剂

乙腈和甲醇(色谱纯,美国TEDIA公司),乙酸乙酯(色谱纯,美国TEDIA公司),甲酸铵(99.0%,Sigma-Aldrich),QuEChERS样品前处理盐包(山东青云实验耗材有限公司),实验室用水为一级水。

标准溶液的配制:分别准确称适量的农药标准品,用乙腈配制成100 mg/L的单一标准储备液,于-20℃冰箱中保存,根据实际需要用乙腈逐级稀释成相应浓度的混合标准工作液。

### 1.2.2 仪器

气相色谱-质谱联用仪(7890B-7000C,美国Agilent公司);超高效液相色谱-串联质谱仪(型号:H-Class/TQ-S Micro,美国Waters公司);百分之一天平(型号:PL2002,瑞士梅特勒-托利多公司);纯水/超纯水一体机[型号:Option Q15,威立雅水处理技术(上海)有限公司];漩涡混合器(型号:Lab Dancer,德国IKA公司);高速离心机(德国Biofuge公司)。

## 1.3 瓜类蔬菜中50种农药残留检测方法

采用GB 23200.121—2021《食品安全国家标准 植物源性食品中331种农药及其代谢物残留量的测定液相色谱-质谱联用法》<sup>[9]</sup>和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》<sup>[10]</sup>对100个瓜类蔬菜样品进行前处理和50种农药残留检测,具体参数和采用的标准方法见表1。

表1 50种农药的检测方法

Table 1 Detection methods of 50 kinds of pesticides

农药种类 (kinds of pesticides)	检测方法 (Detection methods)
灭多威、多菌灵、啉霉胺、氧乐果、克百威、啉虫脒、抗蚜威、噻虫啉、吡虫啉、内吸磷、噻虫嗪、辛硫磷、二嗪磷、噻嗪酮、醚菌酯、啉酰菌胺、噻嗪酮、吡蚜灵、咪鲜胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、烯酰吗啉	GB 23200.121—2021《食品安全国家标准 植物源性食品中331种农药及其代谢物残留量的测定液相色谱-质谱联用法》
灭蝇胺、对硫磷、苯醚甲环唑、氟虫腈、甲拌磷(包括砒和亚砒)、敌敌畏、毒死蜱、氟氯氰菊酯、腐霉利、甲基对硫磷、甲氧菊酯、氯氟氰菊酯、氰菊酯、氯菊酯、联苯菊酯、氰戊菊酯、三氯杀螨醇、特丁硫磷(包含砒和亚砒)、乙酰甲胺磷、异菌脲、甲霜灵、甲胺磷、乐果、马拉硫磷、三唑磷、三唑酮、水胺硫磷、戊唑醇、三唑醇	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》

## 2. 膳食摄入风险评估

### 2.1. 长期膳食摄入

采用国家农药残留标准审评委员会推荐的方法进行膳食暴露风险评估。使用长期膳食摄入的公式(1)估算每日摄入量(NEDI)<sup>[11]</sup>:

$$NEDI=(STMR \times F)/bw \quad (1)$$

式中: NEDI 为国家估计每日摄入量[mg/(kg·d)]; STMR 为农药残留中值(mg/kg),本研究中用各农药的残留平均值代替; F 为瓜类蔬菜人群的平均摄入量(kg/d); bw 为消费者人群的平均体重(kg),本研究中消费者人群的平均体重按60 kg计算。

### 2.2 慢性风险评估

慢性膳食暴露风险评估(%ADI)<sup>[12-13]</sup>,采用公式(2)计算:

$$\%ADI = \frac{NEDI}{ADI} \times 100 \quad (2)$$

式中:%ADI为慢性膳食暴露风险;ADI:农药的每日允许摄入量,单位mg/(kg·d);当%ADI≤100%时,意味着慢性摄入风险可以接受;当%ADI>100%时,意味着会给人体带来慢性膳食摄入风险可能,%ADI越大,风险越大。

根据《中国居民膳食指南(2022)》<sup>[14]</sup>,目前只有蔬菜大类的摄入量数据,而没有瓜类蔬菜的数据。瓜类蔬菜是人们日常饮食中常见的蔬菜之一,在农药残留方面和其他蔬菜有相似

性。因此,在对长期膳食暴露风险进行评估时,我们可以使用《中国居民膳食指南(2022)》中建议的每日蔬菜最大摄入量 500g 作为参考。需要注意的是,我国人均膳食结构中的每日蔬菜摄入量已经包括了各种蔬菜,其中也包括了瓜类蔬菜的摄入量。因此,如果直接采用每日蔬菜摄入量最大值来计算瓜类蔬菜的长期膳食摄入和慢性风险评估,可能会增加长期膳食暴露风险。

### 3 结果与分析

#### 3.1 定量限与限量值

根据 GB 23200.121-2021《食品安全国家标准 植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量的测定液相色谱-质谱联用法》和 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》所检测的 49 种农业残留的方法定量限: 0.01 mg/kg, 其中甲氨基阿维菌素苯甲酸盐方法定量限: 0.005 mg/kg; 50 种农药残留的最大残留限量值参考 GB 2763-2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 农药残留情况

100 个瓜类蔬菜样品中,有 15 个样品检测出了农药残留,总检出率为 15.00%,共检出 8 种农药,检出次数共 20 次,如图 1 所示。检

出率较高的为:噻虫嗪检出 7 次,占比 35.00%;多菌灵检出 4 次,占比 20.00%;吡虫啉检出 3 次,占比 15.00%;苯醚甲环唑检出 2 次,占比 10.00%;烯酰吗啉、啉虫脒、腐霉利、甲霜灵检出 1 次,占比 5.00%。其中 10 个样品检出 1 种农药,占 66.67%;5 个样品检出 2 种农药,占 33.33%。

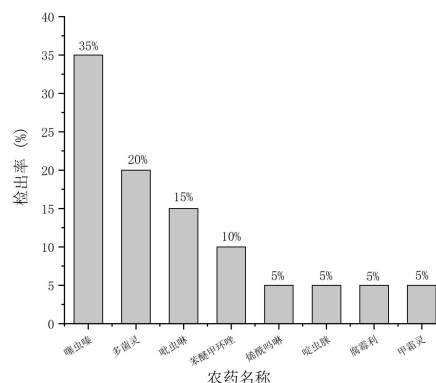


图 1 瓜类蔬菜中 8 种农药的检出率

Figure 1. The detected rate of 8 kinds of pesticides in cucurbit vegetable

依据 GB 2763-2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》,本文研究的瓜类蔬菜所检测的 50 种农药均制定了最大残留限量,检出率较高的农药为低毒性常用农药,并且含量极低,其中噻虫嗪检测 7 次,多菌灵检出 4 次,吡虫啉检出 3 次,苯醚甲环唑检出 2 次,烯酰吗啉、啉虫脒、腐霉利、甲霜灵均检出 1 次,未检测出超过最大残留限量的农药。具体农药残留情况见表 2。

表 2 8 种农药的残留水平

Table 2 Residue levels of 8 kinds of pesticides

农药种类 kinds of pesticides	农药残留检测值 Detection value of pesticide residues (mg/kg)	农药残留平均值 Average value of pesticide residues (mg/kg)	最大残留限量 Maximum residue limits (mg/kg)	检出次数 Detected times
噻虫嗪	0.016、0.017、0.022、0.036、 0.038、0.041、0.041	0.030	0.2	7
多菌灵	0.010、0.011、0.012、0.016	0.012	0.05	4
吡虫啉	0.013、0.021、0.040	0.025	0.1	3
苯醚甲环唑	0.017、0.038	0.028	0.1	2
烯酰吗啉	0.014	0.014	0.5	1
啉虫脒	0.029	0.029	0.2	1
腐霉利	0.039	0.039	2	1
甲霜灵	0.026	0.026	0.2	1

### 3.3 农药残留长期性膳食摄入和慢性风险评估

根据《中国居民膳食指南(2022)》，目前只有蔬菜大类的摄入量数据，而没有瓜类蔬菜的数据。我国居民食用蔬菜品种较多，本着风险最大化原则，瓜类蔬菜的长期膳食摄入和慢性风险评估根据《中国居民膳食指南(2022)》提供的每日蔬菜摄入量最大值进行计算。慢性膳食暴露风险评估采用蔬菜农药残留为检出农药残留水平的平均值。未检出的农药不进行评估。农药每日允许摄入量(ADI)采用 GB 2763—2019《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》规定的值。

根据瓜类蔬菜农药残留检测检出的各农药残留平均值及其每日允许摄入量(ADI)和我国人均膳食结构中蔬菜每日摄入量(暂无瓜类蔬菜膳食消费数据)进行长期性膳食摄入和慢性风险评估，具体结果见表3。检出的8种农

药中，噻虫嗪估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00025 mg/kg，仅占ADI的0.31%，多菌灵估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00010 mg/kg，仅占ADI的0.33%，吡虫啉估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00021 mg/kg，仅占ADI的0.35%，苯醚甲环唑估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00023 mg/kg，仅占ADI的2.30%，烯酰吗啉估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00012 mg/kg，仅占ADI的0.06%，啶虫脒估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00024 mg/kg，仅占ADI的0.34%，腐霉利估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00033 mg/kg，仅占ADI的0.33%，甲霜灵估算每日摄入农药量(NEDI)为0.00022 mg/kg，仅占ADI的0.27%。瓜类蔬菜检出的八种农药残留中，苯醚甲环唑的残留慢性膳食摄入风险最高，为2.30%，远小于100%，其余农药残留慢性风险%ADI均小于100%，说明黔东南州的瓜类蔬菜慢性风险在可接受范围。

表3 瓜类蔬菜中农药残留长期性膳食摄入和慢性风险评估

Table 3. Long-term dietary intake and chronic risk assessment for pesticide residue in cucurbit vegetable

农药种类 kinds of pesticides	平均残留量 High residue (mg/kg)	每日允许摄入量 ADI/(mg/kg)	NEDI(mg/kg)	%ADI(%)
噻虫嗪	0.030	0.08	0.00025	0.31
多菌灵	0.012	0.03	0.00010	0.33
吡虫啉	0.025	0.06	0.00021	0.35
苯醚甲环唑	0.028	0.01	0.00023	2.30
烯酰吗啉	0.014	0.2	0.00012	0.06
啶虫脒	0.029	0.07	0.00024	0.34
腐霉利	0.039	0.1	0.00033	0.33
甲霜灵	0.026	0.08	0.00022	0.27

## 4 讨论与结论

本研究采用了超高效液相色谱-串联质谱仪和气相色谱-质谱联用仪对黔东南州瓜类蔬菜样品中的农药残留进行了检测分析。结果显示，瓜类蔬菜中的农药残留水平整体较低，少部分样品存在农药残留现象，个别样品存在农药多残留现象。检测的100份样品中，仅有15份样品有8种农药检出，其中农药噻虫嗪、多菌灵、吡虫啉、苯醚甲环唑、烯酰吗啉、啶虫脒、腐霉利、甲霜灵的检出率分别为35.00%、20.00%、15.00%、10.00%、5.00%、5.00%、5.00%和5.00%，相对应的农药残留最高值依次为0.041 mg/kg、0.016 mg/kg、0.040 mg/kg、0.038 mg/kg、0.014 mg/kg、0.029 mg/kg、0.039 mg/kg、0.026 mg/kg。检测结果

均未超过GB 2763-2021《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》所规定的最大残留限量。同时进行膳食摄入风险评估，瓜类蔬菜中检出的农药残留对于普通人群长期性膳食摄入(NEDI)和慢性风险(%ADI)处于较低水平，说明黔东南州的瓜类蔬菜慢性风险在可接受范围。

本次研究结果说明，黔东南州种植的瓜类蔬菜中检出的农药残留量较少，其残留浓度远远低于国家规定的最大残留限量，基本上不会对人体健康造成危害。尽管仅有少量农药残留检出，仍可能会对农产品质量安全造成潜在隐患。因此，需要引起政府足够的重视，加强对种植过程中对农药使用的监管力度，降低此农药对黔东南州农产品质量安全影响的风险水平，确保瓜类蔬菜的质量安全。

## 参考文献

- [1] 甘露,马含月,高京草,等.瓜类蔬菜白粉病抗性诱导及抗性遗传研究进展[J].中国瓜菜,2021,34(3):1-6.
- [2] 陈静,王莉丽,李文希,等.云南省主要瓜类蔬菜生产中农药危害因子分析[J].食品安全质量检测学报,2019,10(23):8018-8023.
- [3] 刘雯雯,杨慧,陈岩,等.国内外瓜类蔬菜农药残留限量标准对比分析[J].农产品质量与安全,2019,(2):71-76.
- [4] 徐达勋.瓜类蔬菜常见的病虫害及防治方法研究——评《瓜类蔬菜病虫害现代防治技术大全》[J].中国瓜菜,2021,34(5):146.
- [5] 陈丽.瓜类蔬菜病虫害无公害防治技术探究[J].南方农业,2020,14(20):24,26.
- [6] 刘太阳,周敏,冯毅,等.黔东南州蓝莓农药残留检测和风险评估[J].凯里学院学报,2023,41(3):34-39.
- [7] 何洁,刘文锋,胡承成,等.贵州黔东南州番茄农药残留膳食摄入风险评估[J].食品科学,2019,40(1):202-208.
- [8] 胡毅,王微,兰吉玉,等.黔东南州辣椒农药残留膳食摄入风险评估[J].世界农药,2021,43(9):49-56.
- [9] 食品安全国家标准 植物源性食品中331种农药及其代谢物残留量的测定 液相色谱—质谱联用法:GB 23200.121-2021[S].北京:中国农业出版社,2021:1-5.
- [10] 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 气象色谱-质谱联用法:GB 23200.113—2018[S].北京:中国农业出版社,2018:1-5.
- [11] FAO. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed[M]. Rome:FAO, 2009: 123-133.
- [12] 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.
- [13] EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. The 2010 European Union report on pesticide residues in food[J]. EFSA Journal, 2013, 11(3): 3130.
- [14] 中国营养学会.中国居民膳食指南((2022)) [M].北京:人民卫生出版社,2022.
- [15] 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2021[S].北京:中国标准出版社,2021:6-376.

(责任编辑:吴华)

## 作者简介

刘太阳,硕士,研究方向为农产品检测。  
E-mail:jackliutai@126.com  
刘文锋,本科,研究员,研究方向为农产品检测。  
E-mail:952853352@qq.com