

云南省主要瓜类蔬菜生产中农药危害因子分析

陈 静¹, 王莉丽², 李文希¹, 杨韶松^{1*}

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205; 2. 云南农业职业技术学院, 昆明 650212)

摘要: 目的 为了掌握云南省主要瓜类蔬菜生产中农药残留情况。**方法** 于 2018 年采集云南省瓜类蔬菜主要种植的 5 个地州 16 个州市的 90 份瓜类蔬菜, 对 64 种农药的残留量进行检测, 并以 GB 2763-2014《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》为依据, 分析云南省主要瓜类蔬菜生产中农药危害因子。**结果** 在 90 份瓜类蔬菜样品中, 检出 12 种农药品种, 超限量样品为 1 份, 禁用农药久效磷和毒死蜱有检出。**结论** 云南省主要瓜类蔬菜的农药污染水平较低, 但在农药市场的监督管理和引导种植户农药使用上有待加强。

关键词: 云南; 瓜类蔬菜; 农药残留

Analysis of pesticide hazard factors in main melon vegetables in Yunnan province

CHEN Jing¹, WANG Li-Li², LI Wen-Xi¹, YANG Shao-Song^{1*}

(Agricultural Environment & Resources Research Institute of Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

ABSTRACT: Objective To understand the pesticide residues in the main melon vegetables in Yunnan province. **Methods** A total of 90 melons were collected from vegetable growing sites in 16 counties and cities in 5 prefectures in Yunnan in 2018. The residues of 64 pesticides were tested, and then the results were evaluated according to the limitation standards of GB 2763-2014 *National food safety standard-Maximum residue limits for pesticides in food*. **Results** Among the 90 samples of melon vegetables, 12 pesticides were detected, and 1 sample was exceeded. Disabling pesticide monocrotophos and chlorpyrifos had been detected. **Conclusion** The main cucurbit vegetables in Yunnan province have lower risk of pesticide pollution, but they need to be strengthened in the supervision and management of the pesticide market and in guiding the use of pesticides by growers.

KEY WORDS: Yunnan; melon vegetables; pesticide residues

1 引言

黄瓜、苦瓜、西葫芦是瓜类蔬菜的主要品种, 同属葫芦科, 为喜温蔬菜作物^[1], 种植生产过程中病虫害发生相似, 如枯萎病、霜霉病、疫病和白粉病、蚜虫、蓟马等等^[2-4],

3 种蔬菜均为栽培范围广、种植面积大的蔬菜作物^[5]。在云南, 瓜类蔬菜栽培模式多样化, 产品产量和安全质量的水平相差较大, 使用的农药种类也各不相同, 刘艳芳等^[6]2015 年用农药残留快速检测仪检测了云南某县的 766 份蔬菜样品, 其中包括了瓜类蔬菜, 钟姣等^[7]在 2013~2016

基金项目: 农产品质量安全监管专项(风险评估)(181821301092362066)、中国-南亚东南亚植物保护创新联合实验室(2019IB007)

Fund: Supported by Special Product Quality and Safety Supervision (Risk Assessment) (181821301092362066) and Key Research and Development Program of Yunnan Province (2019IB007)

*通讯作者: 杨韶松, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为有害生物入侵及农产品安全风险评估。E-mail: 1194812978@qq.com

*Corresponding author: YANG Shao-Song, Master, Associate Professor, Agricultural Environment & Resources Research Institute of Yunnan Academy of Agricultural Sciences, No 2238 Beijing Road, Kunming 650205, Yunnan Province, China. E-mail: 1194812978@qq.com

年间使用气相-质谱联用仪对文山州 133 份新鲜蔬菜中 23 种有机磷农药进行了检测, 也有部分瓜类蔬菜。但未见主要针对云南省黄瓜、苦瓜和西葫芦 3 种瓜类蔬菜中农药残留的相关报道, 本研究针对云南省的瓜类蔬菜生产中 64 种农药进行了分析研究。通过调查研究, 根据检测结果找出云南省瓜类蔬菜的主要农药污染因子, 对于提升我省瓜类蔬菜的质量安全水平, 加强蔬菜质量安全生产监管具有重要的指导作用。

2 材料与方 法

2.1 材料、试剂与仪器及检测因子

供试黄瓜、苦瓜和西葫芦样品来自云南省 5 个地州 16 个县市的蔬菜种植点, 按照 NY/T789-2004《农药残留分析样本的采样方法》^[8]要求取样。样品采集完毕后于 8 h 内带回实验室进行匀浆, 置于-20 °C 冷冻保存。3 种蔬菜采

集样品共计 90 份。采集信息见表 1。

甲醇、乙腈(色谱纯, 美国 Sigma 公司); 纯净水(杭州娃哈哈公司); 氨基甲酸酯类农药混标(浓度为 1000 μg/mL)、有机氯混标(浓度为 0.5 mg/mL)、除虫菊酯混标(浓度为 100 μg/mL)(农业部环境保护科研检测所)。

CNWBOND PSA SPE Cartridge 固相萃取柱(500 mg, 3 mL, 上海安谱实验科技股份有限公司); API4000 三重四级杆质谱仪(美国 AB 公司); 1290 超高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司); ZORBAX RRHD 色谱柱(2.1 mm×50 mm, 1.8 μm, 美国 Agilent 公司); VORTEX 2 旋涡混匀器(上海达姆实业有限公司)。

检测因子: 检测项目包括了禁止使用的农药(包括甲胺磷、甲基对硫磷、久效磷等)、蔬菜禁止使用的农药(包括毒死蜱、内吸磷、灭线磷等)及瓜类蔬菜上常用农药共计 64 种农药, 见表 2^[9,10]。

表 1 云南省黄瓜、苦瓜和西葫芦主要产地样品采集信息情况表

Table 1 Sample information of main producing areas of cucumber, bitter gourd and zucchini in Yunnan province

产品名称	采样市县	品种	取样数量	栽培方式
黄瓜	云南省红河州建水县	津优 335	4	露天
	云南省红河州蒙自市	津春 4 号	2	简易竹棚
	云南省红河州个旧市	津研 4 号	2	
	云南省玉溪市峨山县	国农 41 号	4	
	云南省曲靖市沾益县	津春 3 号	2	
苦瓜	云南省曲靖市富源县	津杂	2	
	云南省昆明市寻甸县	中农 16 号	4	
	云南省昆明市嵩明县	德瑞特 943	4	
	云南省昆明市安宁市	津优	4	
	云南省昆明市富民县		2	
	云南是玉溪市新平县	大白苦瓜	4	露天
	云南是玉溪市峨山县	翠婷 1 号	4	简易竹棚
	云南省玉溪市易门县	碧秀	4	钢架棚
西葫芦	云南省红河州个旧市	翠绿 1 号	2	
	云南省红河州建水县	自留	4	
	云南省昆明市安宁市		4	
	云南省红河州弥勒县		4	
	云南省楚雄州禄丰县		4	
	云南省曲靖市富源县	花叶西葫芦	4	露天
	云南省曲靖市沾益县	绿皮西葫芦	4	简易竹棚
	云南是昆明市呈贡区	阳光 316	2	水泥杆棚
	云南是玉溪澄江县	远大	2	钢架棚
	云南省昆明市嵩明县	珍玉春绿	4	
	云南省昆明市寻甸县	早青一代	4	
	云南省昆明市安宁市	玉观音	4	
	云南省玉溪市峨山县		4	
	云南省红河州建水县		2	

表 2 检测因子
Table 2 Testing pesticide types

农作物禁止使用农药	蔬菜禁止使用农药	蔬菜常用农药
百草枯、苯线磷、地虫硫磷、对硫磷、氟乙酸钠、甲胺磷、甲基对硫磷、久效磷、磷胺、氯磺隆、杀虫脒、特丁硫磷、蝇毒磷、治螟磷	毒死蜱、甲拌磷(包括甲拌磷砒和甲拌磷亚砒)、甲基异柳磷、克百威(包括 3-羟基克百威)、硫环磷、氯唑磷、灭多威、灭线磷、内吸磷、涕灭威(包括涕灭威砒和涕灭威亚砒)	异丙威、乙霉威、丙环唑、精喹禾灵、莠去津、噁霉灵、噻嗪酮、除虫菊素、定虫隆、多杀霉素、溴虫苯甲酰胺、灭蝇胺、2,4-D、2,4,5-涕、矮壮素、吡唑醚菌酯、氟虫腈(包括氟甲腈、氟虫腈硫醚、氟虫腈砒氟虫腈亚砒)、苦参碱、苯菌灵

2.2 实验方法

2.2.1 标准溶液配制

取适量的标准物质,用甲醇稀释成 10 μg/mL 的标准储备液。准确吸取 2 mL 的各农药标准储备液,用甲醇定容得到 2 μg/mL 的农药的混合标准溶液, -20 °C 下避光保存。

2.2.2 样品处理

称取 5.00 g 蔬菜样品于 50 mL 离心管中,再加入 10.0 mL 乙腈(含 1%乙酸)、500 mg 无水 MgSO₄ 和 2.0 g NaCl, 振荡提取 10 min, 在 5000 r/min 下离心 5 min, 取上层清液 2 mL 于预先加有 50 mg PSA 的离心管中, 涡旋提取 15 s, 在 5000 r/min 下离心 5 min, 取上层提取液 1.0 mL 过 0.22 μm 滤膜, 待分析。

2.2.3 色谱条件

ZORBAX RRHD 色谱柱(2.1 mm×50 mm, 1.8 μm); 甲醇和 1 mol/L 乙酸铵水溶液(含 0.1%甲酸)作为流动相, 流速: 0.2 mL/min; 柱温: 35 °C; 进样量: 1 μL, 梯度洗脱步骤如表 3 所示。

表 3 梯度洗脱参数
Table 3 Gradient elution parameters

时间/min	1 mol/L 乙酸铵水溶液(含 0.1%甲酸)/%	甲醇/%
0.00	95.0	5.0
7.00	5.0	95.0
9.00	5.0	95.0
9.10	95.0	5.0
12.00	95.0	5.0

2.2.4 质谱条件

离子源: ESI 源; 扫描方式: 正离子和负离子同时扫描, 气帘气 20 L/min, GS1 55 L/min, GS2 55 L/min, 辅助加热气温度 550 °C, 喷雾电压 5500 V/-5500 V; 监测模式: 多反应监测模式, 参数见表 4。

表 4 检测因子质谱参数

Table 4 Chromatogram parameters of Testing pesticide types

检测因子	母离子 (<i>m/z</i>)	子离子 (<i>m/z</i>)	解簇电压 /V	碰撞电压 /V
百草枯	186.0	171.0 [*] /155.1	42	35/34
苯线磷	304.0	217.2 [*] /202.1	12	26/48
地虫硫磷	247.1	109.2 [*] /137.0	80	18/7
毒死蜱	350.1	198.1 [*] /96.8	45	23/43
对硫磷	291.8	236.1 [*] /110.1	50	22/53
氟乙酸钠	76.8	57.2 [*] /49.2	35	12/12
甲胺磷	142.1	94.1 [*] /125.1	50	16/15
甲拌磷	261.1	75.1 [*] /143.0	32	22/26
甲拌磷砒	293.1	97.1 [*] /115.1	54	32/26
甲拌磷亚砒	277.1	97.1 [*] /143.1	32	31/23
甲基对硫磷	264.1	125.1 [*] /231.2	68	24/26
甲基异柳磷	354.1	312.1 [*] /253.2	87	23/21
久效磷	224.0	127.2 [*] /98.1	74	24/19
克百威	222.1	165.1 [*] /123.2	45	16/26
磷胺	300.1	174.0 [*] /127.1	100	8/23
硫环磷	256.1	140.1 [*] /168.2	100	22/14
氯磺隆	358.0	140.7 [*] /166.9	125	24/22
氯唑磷	314.1	120.1 [*] /162.2	105	32/16
灭多威	163.2	88.2 [*] /106.1	35	14/16
灭线磷	243.0	131.1 [*] /96.8	95	25/43
内吸磷	259.2	89.1 [*] /61.2	75	6/33
三羟基克百威	238.2	163.1 [*] /181.1	69	24/16
杀虫脒	197.1	117.2 [*] /152.0	75	42/26
特丁硫磷	289.1	103.2 [*] /57.1	30	17/19
涕灭威	213.1	89.2 [*] /116.2	30	22/11
涕灭威砒	223.0	86.2 [*] /148.1	65	18/14

续表 4

检测因子	母离子 (<i>m/z</i>)	子离子 (<i>m/z</i>)	解簇电压 /V	碰撞电压 /V
涕灭威亚砷	207.0	132.2*/89.2	45	13/16
蝇毒磷	363.2	227.2*/307.2	55	31/26
治螟磷	323.0	171.1*/115.2	79	25/45
异丙威	194.1	95.1*/137.1	25	26/18
乙霉威	268.2	226.1*/180.2	60	14/22
丙环唑	342.0	159.2*/69.8	65	45/37
精喹禾灵	373.0	299.2*/271.2	105	13/24
莠去津	216.2	174.2*/104.1	76	16/37
噁霉灵	100.1	54.2*/82.0	82	23/36
噻嗪酮	306.1	201.0*/116.1	41	16/23
除虫菊素	373.2	160.8*/308.8	40	14/17
定虫隆	540.2	158.1*/383.1	35	14/20
多杀霉素	732.5	142.2*/98.0	135	45/95
灭蝇胺	167.2	85.2*/68.1	65	25/47
2, 4-D	219.1	160.9*/124.8	-30	-23/-34
2,4,5-涕	221.0	162.9*	-45	-17
矮壮素	122.0	58.0*/63.1	125	43/35
吡唑醚菌酯	388.1	194.1*/163.2	35	17/27
虫酰肼	353.2	133.2*/297.2	65	24/18
啶酰菌胺	343.1	307.1*/271.0	165	13/25
多效唑	294.8	70.0*/129.1	60	52/52
氟硅唑	316.1	247.0*/165.1	80	24/28
氟酰胺	491.1	305.1*/470.9	-75	-25/-16
环酰菌胺	302.2	97.1*	130	23
甲基硫菌灵	343.1	151.0*/311.2	80	25/17
甲霜灵	280.1	220.2*/192.0	55	23/22
甲氧虫酰肼	369.0	148.8*/313.2	75	12/6
腈菌唑	289.1	70.1*/125.1	50	34/42
氯虫苯甲酰胺	484.2	453.1*/286.0	60	25/26
啉菌环胺	226.1	108.2*/133.0	95	37/33
四螨嗪	303.2	101.9*/137.8	40	35/12
戊菌唑	284.1	70.2*/158.9	35	18/33
戊唑醇	308.1	70.0*/125.0	35	25/41
茚虫威	528.0	203.1*/56.0	100	50/52
氟虫腈	435.1	250.1*/330.1	-63	-32/-26
氟甲腈	387.0	350.7*/282.1	-75	-22/-45

续表 4

检测因子	母离子 (<i>m/z</i>)	子离子 (<i>m/z</i>)	解簇电压 /V	碰撞电压 /V
氟虫腈砷	450.9	281.8*/414.8	-70	-35/-25
氟虫腈亚砷	418.8	262*/313.7	-75	-36/-43
醚菌酯	314.1	116*/206	58	24/16
螺螨酯	412.2	264*/308	70	47/30
十三吗啉	298.1	130*/98	115	32/44
氟啶胺	462.9	415.8*/397.8	29	-25/-21
苦参碱	249.1	148.2*	85	58
苯菌灵	192.2	160*/132.1	89	16/37

注: *为定量离子。

3 结果与分析

3.1 检测结果

检测结果显示(见表 5), 30 个黄瓜鲜样中, 4 个样品没有检测出农药, 多残留样品检出率为 43.3%。样品中共检出农药品种 10 种, 分别是: 甲霜灵、戊唑醇、久效磷、苯菌灵、毒死蜱、吡唑醚菌酯、多效唑、丙环唑、矮壮素和氯虫苯甲酰胺, 其中检测出甲霜灵为 19 次、戊唑醇 11 次、久效磷为 11 次, 其他农药为 8 次至 1 次不等, 超过规定最大残留限量(maximum residue limit, MRL)值^[11]的有 2 个样品, 都是久效磷超标, 为风险较高的因子。毒死蜱和久效磷在蔬菜上属于禁止使用农药, 但是分别检测出来 5 次和 11 次。多效唑和矮壮素属激素系列, 多效唑在菜用大豆上的 MRL 值为 0.05 mg/kg, 本次黄瓜上的最大值为检测值为 0.018 mg/kg, 小于蔬菜上的 MRL 值 0.05 mg/kg; 矮壮素没有在蔬菜上没有 MRL 值。除了久效磷外, 其他农药均未有超标情况。

在苦瓜检测的 30 个样品中, 有 7 个样品没有检测出任何农药, 23 个样品检测出农药残留, 多残留样品检出率为 20%。样品中共检出农药品种 12 种(见表 5), 分别是: 戊唑醇、甲霜灵、毒死蜱、久效磷、矮壮素、氯虫苯甲酰胺、苯菌灵、吡唑醚菌酯、灭多威、醚菌酯、丙环唑和多效唑, 其中检测出戊唑醇 13 次, 其他农药为 7 次至 1 次不等。按 MRL 值判断, 所有检出农药均未超标; 但毒死蜱和久效磷在蔬菜上属于禁止使用农药, 但是分别检测出来 6 次和 4 次。另外, 激素农药(多效唑和矮壮素)在黄瓜中检出, 多效唑在菜用大豆上的 MRL 值为 0.05 mg/kg^[11], 本次苦瓜上的检测值为 0.008 mg/kg, 小于蔬菜上的 MRL 值 0.05 mg/kg; 矮壮素没有在蔬菜上没有查询到 MRL 值。

西葫芦检查的 30 个样品中, 有 12 个样品没有检测出农药残留, 占 40%; 多残留样品检出率为 13.3%。样品中共

检出农药品种 7 种(见表 5), 分别是: 戊唑醇、氟虫腈、久效磷、甲霜灵、毒死蜱、氟硅唑和醚菌酯等, 超过规定 MRL 值^[11]的有只有 1 个样品, 超标率为 3.3%; 超标的药剂为氟虫腈。按 MRL 值判断, 超标的有 1 个样品激素农药(多效唑和矮壮素)在黄瓜中检出, 其中多效唑查询到在大豆上的 MRL 值为 0.05 mg/kg, 本次苦瓜上的检测值为 0.002 mg/kg, 小于蔬菜上的 MRL 值 0.05 mg/kg; 矮壮素没有在蔬菜上查询到 MRL 值。矮壮素没有查询到蔬菜上的 MRL 值。

3.2 农药残留检测情况与农药残留指标的对比分析

通过对黄瓜、苦瓜、西葫芦中 64 种农药的残留检测, 检出农药: 毒死蜱、久效磷、灭多威、丙环唑、溴虫苯甲酰胺、矮壮素、吡唑醚菌酯、多效唑、甲霜灵、戊唑醇、

氟虫腈、苯菌灵 12 种。我国农业部公告第 199 号^[9]、农业部公告第 2032 号^[10]中对瓜类蔬菜禁止使用的主要农药有: 甲胺磷、甲基对硫磷、对硫磷、久效磷、磷胺、甲拌磷、甲基异柳林、特丁硫磷、甲基硫环磷、治螟磷、内吸磷、克百威、涕灭威、灭线磷、硫环磷、蝇毒磷、地虫硫磷、氯唑磷、苯线磷、毒死蜱和三唑磷。在 90 份 3 种瓜类蔬菜中, 禁止农药久效磷和蔬菜禁止农药毒死蜱有检出, 并且检出率不低。常用农药: 甲霜灵、戊唑醇和苯菌灵 3 种农药的检出率较高, 但对比 GB 2763-2016《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》^[11], 3 种农药残留均未超出该农药的最大残留限量值。一个西葫芦样品中的氟虫腈残留(0.022 mg/kg)超出最大残留限量值 0.02 mg/kg。检出的 12 种农药检测数据见表 5。

表 5 黄瓜、苦瓜、西葫芦中检出农药种类及检测情况
Table 5 Types and their quantity of pesticides detected in cucumber, bitter gourd and zucchini

农药种类	黄瓜		苦瓜		西葫芦		最大残留限量 (mg/kg)
	检出率/%	检出量 (mg/kg)	检出率/%	检出量 (mg/kg)	检出率/%	检出量 (mg/kg)	
毒死蜱(蔬菜禁止)	16.67	0.007-0.030	20.00	0.006-0.047	10.00	0.005-0.014	0.1
久效磷(全部禁止)	36.67	0.008-0.026	13.33	0.006-0.017	10.00	0.007-0.009	0.03
灭多威	0.00	/	6.67	0.006-0.032	0.00	/	0.2
丙环唑	3.33	0.015	6.67	0.008-0.016	0.00	/	0.05
溴虫苯甲酰胺	3.33	0.006	10.00	0.006-0.019	3.33	0.003	0.5*
矮壮素	6.67	0.006	13.33	0.006-0.008	0.00	/	0.1-10*
吡唑醚菌酯	16.67	0.008-0.035	6.67	0.013-0.020	3.33	0.005	0.5
多效唑	10.00	0.011-0.022	6.67	0.005-0.008	0.00	/	0.05
甲霜灵	66.67	0.005-0.055	23.33	0.006-0.068	10.00	0.007-0.014	0.2-0.5*
戊唑醇	36.67	0.006-0.111	43.33	0.006-0.0048	46.67	0.006-0.128	1
氟虫腈*	0.00	/	0.00	/	20.00	0.005-0.022	0.02
苯菌灵	30.00	0.005-0.0148	13.33	0.005-0.018	0.00	/	0.5

4 结论与讨论

通过对云南瓜类(黄瓜、苦瓜和西葫芦)蔬菜在实际生产中农药使用调查及农药残留实验室检测情况分析, 瓜类蔬菜需要重点监控的检测项目应包括: ①甲霜灵、戊唑醇、苯菌灵、氟虫腈这些在瓜类蔬菜上常用的农药, 虽然甲霜灵在黄瓜中半衰期为 3.3~8.1 d^[12]、戊唑醇在黄瓜上半衰期为 3.16~4.29 d^[13]、参考苯菌灵在新鲜烟叶上的半衰期为 6.3~7.8 d^[14]、氟虫腈在甘蓝上的半衰期为 0.7 d^[15], 4 种农药半衰期均较短, 但瓜类蔬菜采摘频繁, 3 种瓜类蔬菜中 4 种农药检出率较高, 并且有超标情况(氟虫腈)。②蔬菜上禁止使用农药——毒死蜱, 由于在市场上有流通, 被农

户应用在蔬菜上情况也有存在, 这类农药需要作为重点监测对象; ③中华人民共和国农业部公告第 322 号(2003 年)已经禁止了高毒农药久效磷的使用, 但在这三种瓜类蔬菜中仍然检出, 由此可见, 对于一些被禁止的高毒农药也应在重点监测范围内; ④激素类农药: 矮壮素、多效唑等, 现代农业生产中许多菜农为节省劳力和增加产量, 也会大量使用激素类农药^[16], 因此, 这类农药对人体的副作用并不完全清楚, 也应成为主要监测对象。瓜类蔬菜是蔬菜, 对于瓜类蔬菜生产过程中的监管及产品质量安全的监测, 对保证瓜类蔬菜质量安全具有非常重要的作用。

在云南范围内采集 90 个瓜类(黄瓜、苦瓜、西葫芦各 30 个)蔬菜鲜样中, 有 3 个样品超过 GB2763-2016 规定的相应 MRL 值, 占采集样品的 3.3%。超标的农药是久效磷

和氟虫腈。检测数据显示, 蔬菜上的禁用农药毒死蜱和久效磷, 检出次数方分别为 16 次和 17 次。但检测出的毒死蜱和久效磷检测值相对不大, 考虑到毒死蜱是刚禁止在蔬菜上使用(2016 年 12 月 31 日起)的农药^[10], 是土壤中含有毒死蜱和久效磷的残留情况导致作物上存有残留, 还是种植户使用的农药存在隐性成分, 有待进一步研究。

此外, 多效唑和矮壮素在瓜类蔬菜中能够检测到, 但 GB 2763-2016 在瓜类上没有具体规定, 多效唑在菜用大豆上的 MRL 值为 0.05 mg/kg, 而矮壮素就没有在蔬菜作物上就没有参考的 MRL 值。目前社会对蔬菜品质要求越来越高, 也就对蔬菜种植管理技术提出了更高的要求, 导致了老农药有了新的使用方法, 比如激素使用越来越频繁, 应加强激素在作物使用中的监管和引导。

通过研究分析, 笔者建议加强对新农药和新技术的研究推广推广, 引导种植户提高农药使用技术, 比如交替用药, 以降低病虫害的抗药性, 减少农药使用量, 降低农产品的安全风险。

参考文献

- [1] 李猛, 吕亭辉, 邢巧娟, 等. 瓜类蔬菜耐低温性评价与调控研究进展[J]. 园艺学报, 2018, 45(9): 1761-1777.
Li M, Lü TH, Xing QJ, *et al.* Research progress on evaluation and regulation of chilling tolerance in cucurbitaceous vegetables [J]. Acta Hort, 2018, 45(9): 1761-1777.
- [2] 范文红. 苦瓜常见病虫害的综合防治技术[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(7): 61-62.
Fan WH. Integrated control technology for common pests and diseases of bitter melon [J]. Chin Cucurb Veg, 2018, 31(7): 61-62.
- [3] 李琳. 西葫芦高产栽培及病虫害防控技术[J]. 南方农业, 2016, 9(10): 93-94.
Li L. High yield cultivation of zucchini and pest control technology [J]. South Chin Agric, 2016, 9(10): 93-94.
- [4] 王军峰. 黄瓜常见病虫害综合防治技术[J]. 河南农业, 2018, 11: 42-43.
Wang JF. Integrated control technology for common pests and diseases of cucumber [J]. Henan Agric, 2018, 11: 42-43.
- [5] 王平, 郭慧杰, 刘丹丹, 等. 瓜类进口品种适应性评价指标体系的建立[J]. 种子世界, 2017, 11: 19-20.
Wang P, Guo HJ, Liu DD, *et al.* Establishment of adaptability evaluation index system for imported varieties of melon [J]. Seed World, 2017, 11: 19-20.
- [6] 刘艳芳, 方菁, 朱敏, 等. 云南某县蔬菜中有机磷类和氨基甲酸酯类农药残留调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(2): 164-167.
Liu YF, Fang J, Zhu M, *et al.* Investigation of organophosphate and carbamate pesticide residues in vegetables in a county of Yunnan province [J]. Chin Food Hyg, 2015, 27(2): 164-167.
- [7] 钟姣, 杜凤龄, 杨友聪, 等. 2013~2016 年文山州新鲜蔬菜中含磷有机农药残留量监测结果分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(10): 3809-3813.
Zhong J, Du FL, Yang YC, *et al.* Analysis of monitoring data of organophosphorus pesticides residues infresh vegetables in Wenshan in 2013~2016 [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(10): 3809-3813.
- [8] NY/T 789-2004 中华人民共和国农业行业标准[S].

NY/T 789-2004 Agricultural trade standards of the People's Republic of China [S].

- [9] 中华人民共和国农业部公告第 199 号 [EB/OL]. [2002-05-06]. <https://www.yuanlin.com/rules/Html/Detail/2006-4/254.html>
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China Announcement No. 199 [EB/OL]. [2002-05-06]. <https://www.yuanlin.com/rules/Html/Detail/2006-4/254.html>
- [10] 中华人民共和国农业部公告第 2032 号 [EB/OL]. [2017-12-04]. http://www.moa.gov.cn/nybg/2014/dyq/201712/t20171219_6104266.htm
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China Announcement No. 2032 [EB/OL]. [2017-12-04]. http://www.moa.gov.cn/nybg/2014/dyq/201712/t20171219_6104266.htm
- [11] 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 pesticide residues in food [S].
- [12] 徐真真, 姬泓巍, 刘修园, 等. 甲霜灵在黄瓜和土壤中的残留分析及降解动态[J]. 农药, 2015, 54(10): 755-758.
Xu ZZ, Ji HW, Liu XY, *et al.* Residue analysis and decline dynamics of metalaxyl in cucumber and soil [J]. Agrochemicals, 2015, 54(10): 755-758.
- [13] 李洪, 周游, 李伟声, 等. 戊唑醇在黄瓜和土壤中的检测方法及其残留动态研究[J]. 西南农业学报, 2014, 27 (3): 1159-1164.
Li H, Zhou Y, Li WS, *et al.* Residue detection and degradation of tebuconazole in cucumber and soil [J]. Southwest Chin J Agric Sci, 2014, 27(3): 1159-1164.
- [14] 周杨全. 三种苯并咪唑类杀菌剂在烟叶中的残留转化与降解特征[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
Zhou YQ. The Transformation, degradation of three benzimidazole fungicide in tobacco leaves [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2016.
- [15] 吴风燕, 张红艳, 刘丰茂, 等. 氟虫腈在甘蓝及土壤中的残留动态研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25: 265-268.
Wu FY, Zhang HY, Liu FM, *et al.* Shu-ren dissipation of fipronil in cabbage and soils at different sites [J]. J Agro-Environ Sci, 2006, 25: 265-268.
- [16] 宋雯, 徐浩, 汪雯, 等. 蔬菜中植物生长调节剂残留的膳食摄入风险评估[J]. 农产品质量与安全, 2017, 1: 9-20.
Song W, Xu H, Wang W, *et al.* Risk assessment of dietary intake of plant growth regulatorresidues in vegetables [J]. Qual Saf Agro-Prod, 2017, 1: 9-20.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



陈 静, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为植物保护和农产品安全风险评估。
E-mail: 1119576106@qq.com



杨韶松, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为有害生物入侵及农产品安全风险评估。
E-mail: yshaos@163.com