

马晨,张群,刘春华,等.香蕉果实中杀虫剂的残留分布及膳食风险[J].江苏农业科学,2022,50(9):185-190.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.09.030

香蕉果实中杀虫剂的残留分布及膳食风险

马晨,张群,刘春华,王明月

(中国热带农业科学院分析测试中心/海南省热带果蔬产品质量安全重点实验室/
农业农村部热作产品质量安全风险实验室,海南海口 571101)

摘要:为明确常用杀虫剂在香蕉果实中的残留情况,测定 344 份香蕉样品中 16 种杀虫剂,分析其在全果和果肉中的残留水平,评估其对我国成人和儿童(1~6 岁)的膳食风险,并给出最大残留限量制定建议。结果表明,香蕉全果和果肉中杀虫剂的检出率分别为 41.86% 和 21.80%,分别检出 11 种和 5 种杀虫剂。吡虫啉在全果和果肉中检出率均最高,分别是 26.45% 和 19.48%。根据我国现有最大残留限量标准,全果中吡虫啉超限量 40 次,噻虫嗪超限量 4 次;果肉中吡虫啉超限量 28 次。在我国香蕉出口贸易中,需要关注吡虫啉、氯氟氰菊酯和氯氰菊酯的残留。除了啶虫脒、哒螨灵和联苯菊酯,其他农药在果肉中的残留水平均低于全果。毒死蜱和拟除虫菊酯类农药主要残留在香蕉果皮中,内吸性较强的新烟碱类农药会通过果皮进入果肉。20.88% 的吡虫啉阳性样品和 55.56% 的啶虫脒阳性样品中果肉的残留量高于全果,这些样品果肉中的残留量是全果残留量的 1.03~6.76 倍。单一农药的慢性和急性膳食风险以及新烟碱类农药的累积性风险均小于 100%,说明膳食风险可接受。建议制定香蕉上氯氟氰菊酯和氯氰菊酯的最大残留限量,分别设为 0.5 mg/kg 和 1.0 mg/kg。该研究结果为香蕉的消费、杀虫剂监管和标准制修订提供了参考依据。

关键词:香蕉;杀虫剂;残留分布;全果;果肉;新烟碱类农药;膳食风险

中图分类号:S481⁺.8 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)09-0185-06

香蕉是我国热区重要的经济作物,是全球消费量和贸易量最大的水果之一^[1-2]。我国是全球香蕉第二大生产国,云南、广西、广东、海南、福建等是我国香蕉主产省份^[3]。查询我国现有标准与文献,香蕉上的主要虫害有花蓟马、象甲、褐足角胸叶甲、香蕉弄蝶、斜纹夜蛾、红蜘蛛、蚜虫、冠网蝽、线虫等^[4-7],使用的杀虫剂主要有吡虫啉、啶虫脒、噻虫嗪、螺虫乙酯、溴氰虫酰胺、乐果、毒死蜱、多杀菌素、乙基多杀菌素、溴氰菊酯、甲氰菊酯、氯氰菊酯、氯氟氰菊酯、氰戊菊酯、抗蚜威、敌百虫、阿维菌素、氯唑磷、辛硫磷、苏云金杆菌、敌敌畏、斜纹夜蛾核型多角体病毒、除虫脲、灭幼脲、鱼藤酮、杀螟丹、浏阳霉素、苦参碱、速螨酮、三唑锡、炔螨特、噻螨酮、杀虫双等^[5-9]。查询中国农药信息网^[10],已经登记在香蕉上的杀虫剂只有 4 个产品:氯氟·吡虫啉

(6.6% 高效氯氟氰菊酯和 26.4% 吡虫啉,防治蓟马)、螺虫·噻虫啉(11% 螺虫乙酯和 11% 噻虫啉,防治蓟马)、97% 矿物油(防治红蜘蛛)和 6% 噻唑膦(防治线虫)。笔者所在团队对我国香蕉主产区基地进行调研发现,在实际生产中香蕉使用较多的杀虫剂主要是吡虫啉、阿维菌素、啶虫脒、噻虫嗪、哒螨灵、氯氟氰菊酯、甲氰菊酯、氯氰菊酯、联苯菊酯、毒死蜱、辛硫磷、噻唑膦、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(甲维盐)、敌敌畏、敌百虫、乙基多杀菌素等,与标准中列举的杀虫剂基本相同,但大多数未登记,需要评估其残留水平和膳食风险,以指导生产用药。

香蕉上农药残留的研究主要集中在土壤和香蕉果实中的残留消解规律^[1,11-21]、保鲜药剂的残留和安全评价^[22-23]、套袋对香蕉中农药残留的影响^[24-26]以及进口或国外香蕉样品中的农药残留分析等方面^[27-30]。但是未见对我国香蕉中杀虫剂的残留及在果实中残留分布的报道。本研究拟测定我国香蕉生产中常用杀虫剂的残留,分析其在全果和果肉中的残留水平,评估其对我国成人和儿童(1~6 岁)的膳食风险,并给出最大残留限量制定建议,为农药登记、标准制修订和生产指导提供参考。

收稿日期:2021-07-19

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-31-13)。

作者简介:马晨(1986—),女,江苏徐州人,博士,副研究员,主要从事农产品质量安全研究。E-mail:mc19860112@163.com。

通信作者:王明月,研究员,主要从事农产品质量安全研究。
E-mail:hkwmy0815@163.com。

1 材料与方法

1.1 样品采集及处理

采集主产省份和消费城市的市场香蕉样品共计 344 份。所有农药残留均在香蕉达到可食用后测定。样品分成全果和果肉 2 份分别匀浆, -20 ℃ 冷冻保存, 待测。

1.2 农药残留测定

测定生产中常用的 16 种杀虫剂: 吡虫啉、噻虫嗪、啉虫脒、氯氟氰菊酯、联苯菊酯、氯氰菊酯、甲氰菊酯、毒死蜱、噻唑膦、辛硫磷、阿维菌素、哒螨灵、敌百虫、敌敌畏、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(甲维盐)、乙基多杀菌素。

参照国家或农业标准方法测定香蕉样品中的农药残留^[31-32]。采用带电子俘获检测器的气相色谱仪(GC-ECD, Agilent 7890A)测定拟除虫菊酯类农药(联苯菊酯、氯氰菊酯、甲氰菊酯、氯氟氰菊酯)和哒螨灵残留量, 其他农药残留量采用超高效液相色谱-串联质谱仪(UPLC-MS/MS, TSQ Quantum Access MAX)测定。

1.3 膳食风险评估方法

采用点评估方法计算所有检出农药对成人和儿童(1~6 岁)的急性和慢性膳食风险。

按以下公式计算慢性膳食风险:

$$\%ADI = \frac{C \times F}{bw \times ADI} \times 100. \quad (1)$$

式中: C 取实际监测样品的残留平均值, mg/kg; F 表示产品消费量, 参照我国人均香蕉消费量 23.58 g/d^[33]; bw 表示人群平均体质量, 成人取 53.23 kg, 儿童取 16.14 kg^[33]; ADI 表示每日允许摄入量, mg/kg bw, 数值参照国家标准^[34]。当 $\%ADI$ 小于 100%, 说明风险可接受。

按照以下公式计算急性膳食风险

$$\%ARfD = \frac{U \times HR \times v + (LP - U) \times HR}{bw \times ARfD} \times 100; \quad (2)$$

$$\%ARfD = \frac{LP \times HR \times v}{bw \times ARfD} \times 100. \quad (3)$$

式中: LP 表示大份餐(kg), 即某类食品一餐的最大消费量, 香蕉的成人 LP 为 0.850 3 kg, 儿童为 0.455 81 kg^[33]; U 是以可食部分计的产品单个质量(kg), 香蕉的 U 为 0.767 3 kg^[33]; HR 取可食部分农药残留值的 97.5 百分位点数; v 为变异因子, 一批产品中不同个体或同一个体中不同部位的残留变异, 一般取 3; $ARfD$ 表示急性参考剂量, 数值参考文

献^[35]。成人的急性膳食风险按公式(2)计算, 儿童的急性膳食风险按公式(3)计算。当 $\%ARfD$ 小于 100%, 说明风险可接受。

分别采用危害指数法(hazard index, HI)和相对效能因子方法(relative potency factor, RPF)计算相同种类农药的累积性膳食风险^[36-37], HI 方法参考公式(4)计算, 即每个农药的慢性或急性膳食风险相加; RPF 方法参考公式(5)计算农药的累积浓度, 再按照公式(1)和(2)或(3)计算慢性和急性膳食风险。

$$HI = \sum_{i=1}^n (\%ADI \text{ 或 } \%ARfD)_i; \quad (4)$$

$$IMF = \sum_i (C_i \times RPF). \quad (5)$$

1.4 最大残留限量估计值的计算

为保护消费者, 理论最大日摄入量应不大于每日允许摄入量原则, 最大残留限量估计值按公式(6)计算^[38]:

$$eMRL = \frac{ADI \times bw}{F}. \quad (6)$$

式中: F 为香蕉的日消费量, 按照最大风险原则, 取 LP 的数值 0.850 3 kg, bw 取成人平均体质量 53.23 kg。

2 结果与分析

2.1 香蕉果实中杀虫剂残留情况

在 344 份香蕉样品中分别有 41.86% 的全果样品和 21.80% 的果肉样品检出 1 种及以上杀虫剂。全果中共检出 11 种杀虫剂, 检出率位居前 5 位的杀虫剂是吡虫啉、氯氟氰菊酯、氯氰菊酯、联苯菊酯和甲氰菊酯。果肉中共检出 5 种杀虫剂, 检出率从高到低依次为吡虫啉、啉虫脒、噻虫嗪、哒螨灵、联苯菊酯。在全果和果肉中吡虫啉的检出率均最高, 分别是 26.45% 和 19.48%。各杀虫剂具体检出率见图 1。果肉中杀虫剂的检出种类和检出率均低于全果。根据我国现有最大残留限量标准(MRL)(规定测试部分为香蕉全果), 全果中吡虫啉超限量 40 次, 噻虫嗪超限量 4 次; 果肉中吡虫啉超限量 28 次(按照 60% 可食率将残留值转化为全果残留值)。生产中吡虫啉和噻虫嗪主要用于防治香蕉花蓟马, 该虫害难防治, 严重影响香蕉的商品性, 生产中可能存在不规范使用的情况。吡虫啉和噻虫嗪对蜜蜂活动和环境具有负面影响, 欧盟、巴西、美国等国家和组织已对该类农药作出禁用或限用措施^[39]。检出杀虫剂中哒螨灵、啉虫脒、噻虫嗪、毒死蜱、氯氰

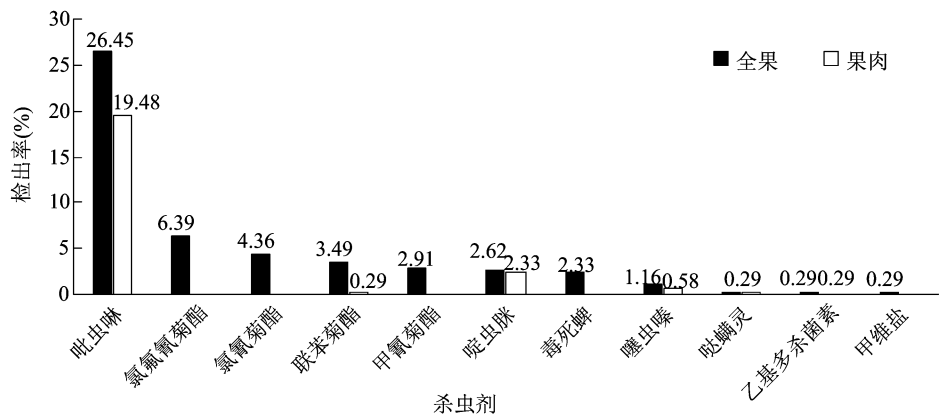


图1 香蕉中杀虫剂检出率

菊酯、联苯菊酯、甲氰菊酯、甲维盐和乙基多杀菌素均未登记。

依据欧盟的标准,吡虫啉超限量 40 次,氯氟氰菊酯超限量 2 次,噻虫嗪超限量 2 次,氯氟氰菊酯超限量 9 次,甲氰菊酯超限量 9 次;依据美国的标准,吡虫啉超限量 1 次;依据日本的标准,吡虫啉超限量 49 次,氯氟氰菊酯超限量 11 次。由于欧盟在香蕉上制定的吡虫啉、噻虫嗪、氯氟氰菊酯、甲氰菊酯的 MRL 等于或接近于分析方法的检出限,过于严格,所以我国香蕉依据其标准,超限量情况较多。国际食品法典委员会(CAC)的标准与我国标准一致,超限量情况也相同。在我国香蕉出口贸易中,需要关注吡虫啉、氯氟氰菊酯和氯氟氰菊酯的残留。

2.2 香蕉中杀虫剂在果实中的残留分布

图 2 表示杀虫剂在香蕉全果和果肉中的残留量分布情况(只列出果肉中检出的农药,由于联苯菊酯和吡蚜灵只检出 1 次,未列在图 2 中)。从图 2 中可见,吡虫啉和噻虫嗪的残留分布、平均值、中位值符合全果高于果肉;啉虫脒在果肉中的残留分布、平均值和中位值高于全果。

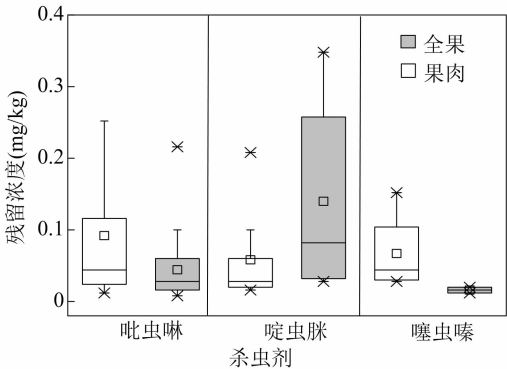


图2 香蕉上检出杀虫剂在全果和果肉中的残留分布箱线图

表 1 列出了检出杀虫剂在全果和果肉中的残留平均值、中位值、97.5 百分位值。其中,吡蚜灵在果

肉中的残留水平高于全果(均检出 1 次),联苯菊酯在果肉中的残留平均值和中位值高于全果(果肉中联苯菊酯只检出 1 次),其他农药在果肉中的残留水平低于全果或未检出。

表 1 香蕉中检出杀虫剂的残留水平 mg/kg

农药	全果			果肉		
	平均值	中位值	97.5 百分位值	平均值	中位值	97.5 百分位值
吡蚜灵	0.046	0.046	0.046	0.075	0.075	0.075
吡虫啉	0.092	0.044	0.378	0.044	0.028	0.157
啉虫脒	0.058	0.028	0.186	0.140	0.082	0.348
毒死蜱	0.032	0.022	0.089	—	—	—
氯氟氰菊酯	0.077	0.057	0.255	—	—	—
噻虫嗪	0.067	0.044	0.145	0.016	0.016	0.020
联苯菊酯	0.024	0.018	0.069	0.038	0.038	0.038
氯氟菊酯	0.103	0.055	0.341	—	—	—
甲氰菊酯	0.081	0.031	0.314	—	—	—
甲维盐	0.392	0.392	0.392	—	—	—
乙基多杀菌素	0.016	0.016	0.016	—	—	—

图 3 表示检出农药在同一份样品的全果和果肉中的残留量比较。结果表明,在 91 份吡虫啉全果阳性样品中,19 份样品在果肉中的残留量高于全果(20.88%),果肉中的残留量是全果残留量的 1.03 ~ 6.76 倍,其余样品中吡虫啉在果肉中的残留量低于全果或未检出;在 67 份吡虫啉果肉阳性样品中,13 份样品只在果肉中检出(19.40%)(图 3 - A 和图 3 - B)。在 9 份啉虫脒全果阳性样品中,5 份样品在果肉中的残留量高于全果(55.56%),果肉中的残留量是全果残留量的 1.2 ~ 3.5 倍,其余样品中啉虫脒在果肉中的残留量低于全果或未检出;在 8 份啉虫脒果肉阳性样品中,1 份样品只在果肉中检出(12.50%)(图 3 - C)。在 4 份噻虫嗪全果阳性样品中,噻虫嗪在果肉中的残留量均低于全果或未

检出;在 2 份果肉阳性样品中,1 份样品只在果肉中检出(图 3-D)。

果实表面通常附有一层蜡质,能够阻挡亲脂性污染物进入果实内部。已有相关文献报道,田间喷施农药后,各农药主要残留在香蕉果皮上^[1,11-21]。香蕉在生产中需要套袋处理,套袋后可以降低农药的残留量^[25]。本研究发现,果皮可以阻挡一部分农药进入果肉。但是对于内吸性较强的农药(如吡虫啉、啉虫脒、噻虫胺等新烟碱类农药),仍可以进入香蕉果肉。王咪咪等研究发现,非内吸性农药高效

氯氰菊酯主要残留在香蕉果皮,内吸性较强的吡虫啉可以通过内吸传导作用进入果肉^[25]。卢海博等研究发现,在果实套袋情况下整株苹果树喷施新烟碱类农药,施药 72 h 后苹果果柄和果肉中农药的残留量明显高于果皮,果实中的农药易向果肉累积^[40]。本研究的结果与其相似。

2.3 膳食风险评估

表 2 列出了香蕉果肉中检出杀虫剂对成人和儿童的膳食风险。结果表明,单一农药的慢性和急性膳食风险以及新烟碱类农药的累积性风险均小于

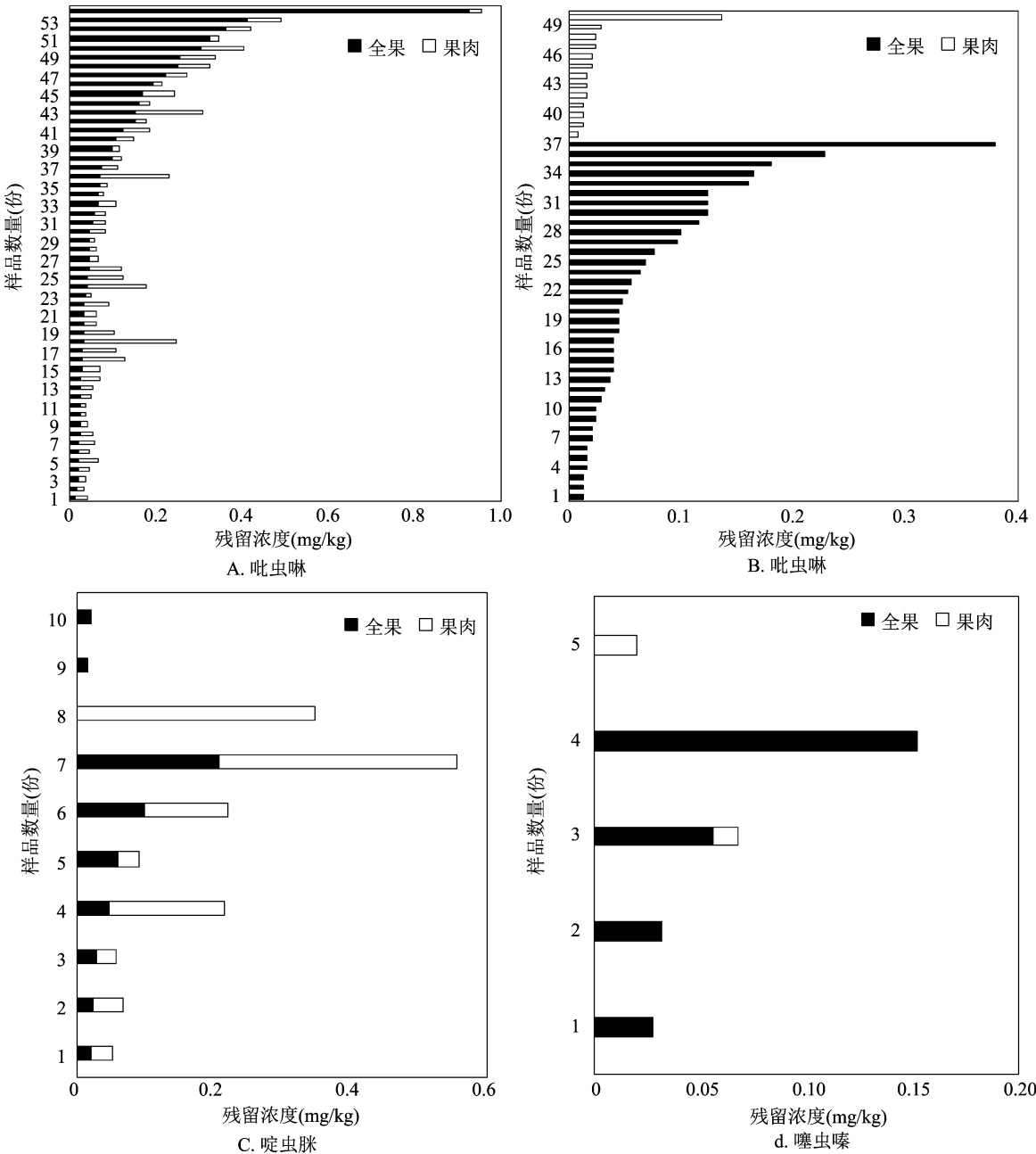


图3 同一香蕉样品中杀虫剂在全果和果肉中的残留量

表 2 香蕉中杀虫剂对成人和儿童的膳食风险				
农药	慢性膳食风险(% ADI)		急性膳食风险(% ARID)	
	成人	儿童	成人	儿童
噻虫嗪	0.009	0.029	0.089	0.168
吡虫啉	0.032	0.107	1.758	3.325
啉虫脒	0.088	0.292	15.575	29.464
联苯菊酯	0.168	0.555	17.019	32.195
哒螨灵	0.332	1.096	—	—
新烟碱类(HI)	0.097	0.428	17.422	32.957
新烟碱类(RPF)	0.227	0.750	6.979	13.202

100% ,说明通过香蕉摄入的农药残留的膳食风险在可接受范围内。儿童的慢性和急性膳食风险均高于成人。慢性膳食风险大小依次为哒螨灵 > 联苯菊酯 > 啉虫脒 > 吡虫啉 > 噻虫嗪。急性膳食风险大小规律与慢性风险相同。RPF 法得到的新烟碱类农药的慢性累积风险高于 HI 法的计算结果,而急性累积风险的结果相反。

表 3 香蕉中检出杀虫剂的最大残留限量估计值和建议值								mg/kg
农药种类	MRL	CAC MRL	欧盟 MRL	美国 MRL	日本 MRL	eMRL	RMRL	99.5 百分位点
吡虫啉	0.05	0.05	0.05 *	0.5	0.04	3.757		0.695
啉虫脒	2					4.384		0.204
毒死蜱	2	2	3	0.1	3	0.626		0.098
氯氟氰菊酯			0.15		0.5	1.252	0.5	0.346
噻虫嗪	0.02	0.02	0.05 *		0.7	5.010		0.150
联苯菊酯	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.626		0.081
氯氰菊酯			0.05 *		0.03	1.252	1.0	0.354
甲氰菊酯	5		0.01 *		2	1.879		0.343

注: * 表示限量值定为方法的检出限。

3 结论

目前,我国登记在香蕉上的杀虫剂成分有高效氯氟氰菊酯、吡虫啉、螺虫乙酯、噻虫啉、矿物油和噻唑膦。但是,生产中经常使用的杀虫剂大部分未登记,生产中缺少用药依据。本研究监测了 344 份香蕉中 16 种常用杀虫剂的农药残留。结果表明,全果和果肉中分别检出 11 种和 5 种杀虫剂,吡虫啉在全果和果肉中检出率最高,分别是 26.45% 和 19.48%。根据我国现有最大残留限量标准,全果中吡虫啉超限量 40 次,噻虫嗪超限量 4 次;果肉中吡虫啉超限量 28 次。依据欧盟、美国和日本的标准,在我国香蕉出口贸易中,需要关注吡虫啉、氯氰菊酯和氯氟氰菊酯的残留。大部分农药在果肉中的残留水平低于全果。毒死蜱和拟除虫菊酯类农药

2.4 最大残留限量建议

香蕉中检出杀虫剂在我国未制定最大残留限量的有哒螨灵、氯氟氰菊酯、氯氰菊酯、甲维盐和乙基多杀菌素。表 3 列出了香蕉中检出杀虫剂的最大残留限量估计值(eMRL)和建议值(RMRLs)。从表 3 中可见,吡虫啉、啉虫脒、噻虫嗪、联苯菊酯的最大残留限量低于 50% eMRL,说明现有的最大残留限量过于严格;毒死蜱和甲氰菊酯的最大残留限量高于 eMRL,说明现有的最大残留限量较宽松。按照最大残留限量可比 eMRL 稍低或稍高的原则,参考其他国家或机构的标准,并综合考虑农药的检出率和实际生产使用情况等,建议氯氟氰菊酯和氯氰菊酯的最大残留限量,分别设为 0.5 mg/kg 和 1.0 mg/kg。除了吡虫啉和噻虫嗪,各农药的 99.5 百分位点残留值均低于最大残留限量或最大残留限量建议值,表明这些最大残留限量或最大残留限量建议值能有效保护消费者的健康。

主要残留在香蕉果皮中,内吸性较强的新烟碱类农药会通过果皮进入果肉,部分样品中果肉的残留量是全果残留量的 1.03 ~ 6.76 倍。通过香蕉摄入的农药残留的慢性和急性膳食风险均在可接受范围内。建议制定香蕉上氯氟氰菊酯和氯氰菊酯的最大残留限量。在香蕉生产中需要重点关注新烟碱类农药的规范使用。

参考文献:

[1] Wang S W, Sun H B, Liu Y P. Residual behavior and risk assessment of tridemorph in banana conditions [J]. Food Chemistry, 2018, 244 (4): 71 - 74.

[2] de O Gomes H, Menezes J M C, da Costa J G M, et al. Evaluating the presence of pesticides in bananas: an integrative review [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2020, 189: 110016.

[3] 王 芳, 谢江辉, 过建春, 等. 2017 年我国香蕉产业发展情况及

- 2018 年发展趋势与对策[J]. 中国热带农业,2018(4):27-32.
- [4]王永芬,陈娟,张翠仙,等. 云南干热河谷区潞江坝香蕉主要病虫害发生调查[J]. 热带农业科学,2018,38(3):87-92.
- [5]云南省质量技术监督局. 山地香蕉无伤化生产规程:DB53/T 819—2017[S]. 北京:中国农业出版社,2017.
- [6]中华人民共和国农业部. 香蕉病虫害防治技术规范:NY/T 1475—2007[S]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [7]中华人民共和国农业部. 无公害食品 香蕉生产规程:NY/T 5022—2006[S]. 北京:农业出版社,2006.
- [8]付步礼,邱海燕,刘奎,等. 螺虫乙酯等 7 种杀虫剂对香蕉花蓟马的田间防治试验[J]. 中国南方果树,2014,43(1):54,56.
- [9]李强,付步礼,夏西亚,等. 溴氰虫酰胺对香蕉田间黄胸蓟马的药效及其残留规律[J]. 农药学报,2017,19(6):723-728.
- [10]中华人名共和国农业农村部农药检定所. 农药登记数据[EB/OL]. [2021-07-19]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [11]陈丽萍,蔡恩兴,郭建辉,等. 哒螨灵在香蕉和土壤上残留消解动态[J]. 现代农药,2011,10(5):40-43.
- [12]郭建辉,杨淑娟,陈丽萍,等. 敌敌畏、溴氰菊酯、三氟氯氰菊酯在香蕉上的残留动态[J]. 热带作物学报,2011,32(5):951-955.
- [13]刘艳萍,王思威,刘丰茂,等. 四种常用三唑类杀菌剂在香蕉上残留行为及使用评价研究[J]. 植物保护,2014,40(5):100-105.
- [14]韩丙军,林靖凌,何秀芬. 不同剂型苯醚甲环唑在香蕉中的残留消解动态[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):279-280,304.
- [15]李春,李芹,赵东兴,等. 丙溴磷、辛硫磷在香蕉果实和果皮中的消解动态[J]. 果树学报,2016,33(1):66-72.
- [16]夏西亚,付步礼,李强,等. 乙基多杀菌素在香蕉果实、花瓣和土壤中的残留及消解动态分析[J]. 热带作物学报,2017,38(7):1331-1336.
- [17]吴琼,王明月,吕岱竹,等. 丙环唑在香蕉及土壤中残留量的检测分析[J]. 热带农业科学,2019,39(11):89-94.
- [18]周旻,何秀芬,董存柱,等. 苯醚甲环唑和噻呋酰胺在香蕉上的残留消解及膳食风险评估[J]. 热带作物学报,2020,41(3):596-602.
- [19]赵方方,张月,乐渊,等. 氟唑菌酰胺和苯醚甲环唑在香蕉上的残留分析及膳食风险评估[J]. 热带作物学报,2021,42(5):1448-1454.
- [20]田莹,谢德芳,阳辛凤,等. 高效氯氟氰菊酯在香蕉中的残留消解及膳食风险评估[J]. 食品工业科技,2021,42(15):198-203.
- [21]高笑娜,钱训,安立志,等. 高效氯氟氰菊酯在香蕉中的残留及其消解动态[J]. 中国南方果树,2021,50(2):69-73.
- [22]郑雪虹,谢德芳,吕岱竹,等. 咪鲜胺在香蕉防腐保鲜储藏中的残留消解动态分析[J]. 热带作物学报,2012,33(12):2273-2278.
- [23]袁小雅. 施保功对香蕉保鲜效果研究及安全性评价[D]. 海口:海南大学,2013.
- [24]赵小云,谢德芳,田海. 套袋微环境对香蕉中苯醚甲环唑和噻呋酰胺内吸性和降解速率的影响及机制[J]. 江苏农业科学,2019,47(3):154-159.
- [25]王咪咪,谢德芳. 套袋对香蕉中吡虫啉和高效氯氟氰菊酯残留的影响[J]. 农药,2019,58(2):121-124.
- [26]Wang Y, Song Q M, Wang F, et al. Bagging and non-bagging treatment on the dissipation and residue of four mixed application pesticides on banana fruit[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture,2021,101(8):3472-3480.
- [27]刘永明,葛娜,崔宗岩,等. 2012—2014 年青岛、深圳、大连三口岸 282 份进口水果和蔬菜中农药残留监测[J]. 中国食品卫生杂志,2016,28(4):511-515.
- [28]Hernández-Borges J, Cabrera J C, Rodríguez-Delgado M Á, et al. Analysis of pesticide residues in bananas harvested in the Canary Islands (Spain)[J]. Food Chemistry,2009,113(1):313-319.
- [29]Kim S H, Kim J A, Im M H. Residual characteristics of pesticide in banana from international pesticide residue monitoring data[J]. Journal of Applied Biological Chemistry,2020,63(1):9-22.
- [30]Almutairi M, Alsalem T, Al Herbish H, et al. LC-MS/MS and GC-MS/MS analysis of pesticide residues in Ecuadorian and Filipino Cavendish bananas imported into Saudi Arabia[J]. Food Additives & Contaminants (Part A),2021,38(8):1376-1385.
- [31]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 水果和蔬菜中 450 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法:GB/T 20769—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [32]中华人民共和国农业部. 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:NY/T 761—2008[S]. 北京:农业出版社,2008.
- [33]Global environment monitoring system (GEMS/food)[EB/OL]. [2021-07-15]. http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/gems-food/en/.
- [34]中华人民共和国卫生部,中华人民共和国农业部. 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2013.
- [35]Joint Meeting on Pesticide Residues. Inventory of evaluations performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues[EB/OL]. [2021-07-15]. <http://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database/Home/Range/All>.
- [36]Li Z X, Nie J Y, Yan Z, et al. A monitoring survey and dietary risk assessment for pesticide residues on peaches in China[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology,2018,97:152-162.
- [37]Lu C S, Chang C H, Palmer C, et al. Neonicotinoid residues in fruits and vegetables: an integrated dietary exposure assessment approach[J]. Environmental Science & Technology,2018,52(5):3175-3184.
- [38]李海飞,聂继云,徐国锋,等. 桃中农药残留分析及膳食暴露评估研究[J]. 分析测试学报,2019,38(9):1066-1072.
- [39]宋超,周杨全,李义强,等. 三种新烟碱类杀虫剂在土壤中的残留降解及影响因素[J]. 农药学报,2016,18(6):738-744.
- [40]卢海博,魏东,龚学臣,等. 新烟碱类杀虫剂在苹果果实不同部位中的残留[J]. 农药学报,2019,21(4):500-505.