

西瓜农药残留的风险评估

杨茜^{1,2}, 武潇楠^{1,2}, 魏丽萍^{1,2}, 黄鑫¹, 孔令明^{1*}, 王成^{2*}

(1. 新疆农业大学食品科学与药学学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

(2. 新疆农业科学院科研管理处, 新疆农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 农村农业部农产品质量安全风险评估实验室, 新疆农产品质量安全重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830091)

摘要: 为明确西瓜中残留农药的种类、残留风险水平及最大残留限量建议值, 该研究以 2018 年和 2019 年山东、新疆、海南、广西 4 省 422 份西瓜样品为研究对象, 开展了 60 种农药残留的定量分析, 进而通过急慢性膳食摄入风险、风险排序、农药最大残留限量估计值等, 对残留农药膳食风险、风险相对较高残留农药种类、最大残留限量进行了分析与探讨。结果显示: 残留农药共 18 种, 其中啶虫脒、多菌灵、啉虫脒、烯酰吗啉残留样品所占比例相对较高, 分别为 18.25%、16.59%、14.22%、13.27%; 残留农药的%ADI 和%ARfD 值分别处于 0.0000%~0.0112%和 0.1191%~39.7521%之间, 远小于 100%; 甲维盐、吡蚜灵、三唑磷 3 种农药的风险得分分别为 24.02、24.02、24.12, 风险相对较高; 9 种残留农药尚未制定最大残留限量, 8 种符合制定最大残留限量的要求, 其中吡虫啉和三唑磷残留兼具风险相对较高, 且无最大残留限量的特点, 最大残留建议值依次为 1、0.02 mg/kg。综合以上分析: 样品存在农药残留, 但其残留膳食风险均处安全水平, 建议加快制定西瓜中吡虫啉和三唑磷的最大残留限量。

关键词: 西瓜; 农药残留; 膳食风险; 残留限量

文章编号: 1673-9078(2022)06-296-303

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.6.0844

Risk Assessment of Pesticide Residues in Watermelon

YANG Xi^{1,2}, WU Xiaonan^{1,2}, WEI Liping^{1,2}, HUANG Xin¹, KONG Lingming^{1*}, WANG Cheng^{2*}

(1. Collge of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China) (2. Administration of Scientific Research, Institute of Agricultural Quality Standard and Testing Technology, Xinjiang Key Laboratory of Quality and Safety of Agricultural Products, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract: To clarify the types, residual risk levels and recommended maximum residue limit of pesticide residues in watermelon, 422 watermelon samples obtained from Shandong, Xinjiang, Hainan and Guangxi in 2018 and 2019 were taken as the research objects for quantitative analysis of 60 kinds of pesticide residues. Then, the dietary risks of residual pesticides, types of residual pesticides with relatively high risks, and the maximum residue limits were analyzed and discussed based on assessments of acute and chronic dietary intake risks, risk ranking and estimated maximum residue limits of pesticides. The results showed that there were a total of 18 kinds of pesticide residues, and among which pyrimethanil, carbendazim, acetamiprid and dimethomorph had relatively high proportions (18.25%, 16.59%, 14.22% and 13.27%, respectively); the %ADI and %ARfD of pesticide residues ranged in 0.0000%~0.0112% and 0.1191%~39.7521%, respectively (which were much lower than 100%); The three pesticides, emamectin benzoate, pyridaben, triazophos, had relatively high risk scores (which were 24.02, 24.02 and 24.12, respectively); the maximum residue limits of 9 kinds of residual pesticides have not yet been established, and 8 pesticides met the established maximum residue limits. Among which, imidacloprid and triazophos residues exhibited relatively high residue risks and had no

引文格式:

杨茜,武潇楠,魏丽萍,等.西瓜农药残留的风险评估[J].现代食品科技,2022,38(6):296-303

YANG Xi, WU Xiaonan, WEI Liping, et al. Risk assessment of pesticide residues in watermelon [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(6): 296-303

收稿日期: 2021-08-03

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助 (CARS-25); 农产品质量安全与优质化业务技术委托任务 (GSQA-2020-05-13); 新疆维吾尔自治区天山雪松计划项目 (2017XS07); 新疆特色果品中多种农药残留检测技术研究 (201517106)

作者简介: 杨茜 (1996-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 农产品质量安全, E-mail: yangxi08222021@163.com

通讯作者: 孔令明 (1976-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 农产品加工与综合利用, E-mail: klingming@126.com; 共同通讯作者: 王成 (1971-), 男, 博士,

研究员, 研究方向: 农产品质量安全, E-mail: wangchengxj321@sina.com

maximum residue limits, and their recommended maximum residue values were 1 and 0.02 mg·kg⁻¹, respectively. The above analyses revealed that there were pesticides residues in the samples, but the residual dietary risks were within the safety limits. It is recommended to speed up the establishment of maximum residue limits for imidacloprid and triazophos in watermelon.

Key words: watermelon; pesticide residues; dietary risk; residue limit

据世界粮农组织统计,我国西瓜栽培面积占世界西瓜总栽培面积的 53.8%,居世界首位^[1]。我国西瓜病虫害种类较多,相应的防治用药也逐步增加^[2],其农药残留问题备受关注。开展西瓜中残留农药种类、残留水平及风险分析,识别风险相对较高残留农药种类,明确需制定最大残留限量农药种类及其建议值,可在进一步提高我国西瓜种植规范性的同时,利于支撑西瓜果实质量安全水平监管针对性不断提升及科学研判。目前,已有国内外相关学者开展了西瓜中农药残留的相关分析,姚晶晶等^[3]分析了湖北 3 个产区西瓜样品农药残留情况,结果表明:西瓜中残留农药包括二丁胺、阿维菌素、三羟基克百威和克百威 4 种,所占比例为 90%;Forkuoh 等^[4]评估了加纳西瓜样品农药残留水平,发现甲氧氯、HCH、艾氏剂 3 种农药残留水平超过欧盟制定的最大残留限量标准(MRLs);Sompon 等^[5]探讨了泰国的西瓜样品农药残留概况,结果显示:样品残留农药共 5 种,分别是克百威、乐果、三嗪磷、氯吡硫磷、甲霜灵,有残留样本占比 90.7%。此外,Algharibeh 等^[6]、张雁鸣等^[7]、陈文等^[8]学者也发现区域西瓜样品中存在不同程度农药残留情况。上述研究报道表明:西瓜中存在农药残留的现象,且不同产区农药残留的种类及残留水平不同,但由于种种原因,目前关于山东、新疆、海南、广西等主产省份西瓜农药残留水平的研究报道还不多,农药残留种类、残留风险需不断评定评估。但由于种种原因,目前关于西瓜农药残留水平的研究报道还不多,山东、新疆、海南、广西等主产省份西瓜存在农药残留种类不明、残留风险不清等不足。

针对上述不足,在韦凯丽等^[9]的前期研究评估的基础上,进一步扩大了评估区域和样本数据,以 2018 年和 2019 年山东、新疆、海南、广西 4 省份 422 份西瓜样品为研究对象,参照 GB/T 20769-2008、NY/T 761-2008 开展了西瓜样本中农药残留种类、残留水平的分析探讨,采用慢性、急性膳食风险、风险排序等技术方法,评估残留农药的膳食风险,识别风险相对较高残留农药,进一步开展了无最大残留限量农药及其建议值的研究与分析,以期为西瓜安全监管、残留限量标准修订等提供支撑。

1 材料与方

1.1 材料与仪器

材料:时间:2018、2019 年;采样地点:广西、山东、海南、新疆 4 省份;采样方法:按照 GB/T 8855-2008 对西瓜样品进行采集;采样数量:共计 422 份;采集样品经匀浆后置于-24℃冰柜中冷冻备用,分别于 2018 年和 2019 年 11 月前完成 60 种参试指标的定量分析。

试剂:丙酮(分析纯)、氯化钠、正己烷,北京市化工厂;乙腈、甲醇(色谱纯),美国 Fisher Scientific 公司;农药标准品(浓度:1000 mg/L,规格:1 mL),国家标准物质中心。

仪器:N-EVAP 112 型氮吹仪,美国 Organomation 公司;7890B 型气相色谱仪,美国安捷伦公司;R-210 型旋转蒸发仪,瑞士步琦公司;氨基固相萃取小柱(1 g/6 mL)、弗罗里硅砂柱(1 g/6 mL),迪马科技有限公司;XevoTQ 型超高效液相色谱串联质谱仪、e2695 液相色谱仪,美国沃特世公司。

1.2 实验方法

1.2.1 参试农药及其分析方法

参试农药:根据西瓜病虫害及使用药品的调研,选择氯氰菊酯、噻虫嗪、丙溴磷、甲胺磷、对硫磷、甲氰菊酯、乙烯菌核利、氟啶脲、三氯杀螨醇、甲拌磷、氧乐果、水胺硫磷、腈菌唑、六六六、甲基异柳磷、烯酰吗啉、五氯硝基苯、克百威、涕灭威、阿维菌素、灭幼脲、氟虫腈、乐果、敌敌畏、毒死蜱、乙酰甲胺磷、虫螨腈、二甲戊灵,杀螟硫磷、三唑酮、马拉硫磷、啉霉胺、亚胺硫磷、伏杀硫磷、啉虫脲、辛硫磷、二嗪磷、氰戊菊酯、溴氰菊酯、甲基对硫磷、联苯菊酯、氯氟氰菊酯、氟氯氰菊酯、氟胺氰菊酯、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、甲萘威、氟氰戊菊酯、灭多威、三唑磷、多菌灵、吡虫啉、除虫脲、氯吡脲、哒螨灵、异菌脲、百菌清、腐霉利、苯醚甲环唑、咪鲜胺、啉菌酯。

分析方法:参照 GB/T 20769-2008、NY/T 761-2008 进行定量分析。

1.2.2 慢性膳食摄入风险研究方法

残留农药慢性、急性膳食摄入风险、风险排序及农药最大残留限量估计值的计算参照聂继云等^[10]报

道的方法。公式(1)为慢性膳食摄入风险计算方法

$$\%ADI = \frac{STMR \times \text{居民日均西瓜消费量}}{bw \times ADI} \quad (1)$$

式中:

STMR、bw、ADI——(参照《GB 2763-2016 食品中农药最大残留限量》规定值)分别为农药残留平均值(mg/kg)、体重(kg)、每日允许摄入量(mg/kg);当%ADI≤100%,风险可以接受;%ADI>100%,风险不可接受。

1.2.3 急性膳食摄入风险研究方法

急性膳食摄入风险按照公式(2)和公式(3)和公式(4)进行分析。

$$ESTI = \frac{U \times HR \times v + (LP - U) \times HR}{bw} \quad (2)$$

$$\%ARfD = \frac{ESTI}{ARfD} \times 100\% \quad (3)$$

$$SM = \frac{ARfD \times bw}{U \times v + LP - U} \quad (4)$$

式中:

ESTI%、ARfD%、SM——分别为估算短期摄入量(kg)、急性膳食风险、残留农药的安全界限;

HR、LP、U、V、ARfD——分别为最高残留量(mg/kg)、西瓜消费大份餐(kg)、单果重(kg)、变异因子、急性参考剂量(mg/kg),参考宋稳成^[11]的文献报道。当%ARfD≤100%,风险可以接受;%ARfD>100%,风险不可接受。

1.2.4 风险排序研究方法

公式(5)和(6)为风险排序计算方法。

$$FOD = T / P \times 100 \quad (5)$$

式中:

FOD——农药使用频率;

T——果实发育过程中使用此类农药的次数(取3次),参考《GB 4285-1989 农药安全使用标准》;

P——果实发育日数(计30d)。

$$S = (A + B) \times (C + D + E + F) \quad (6)$$

式中:

S——风险得分;

A——毒性得分;

B——毒效得分;

C——西瓜膳食比例得分(1.6%);

D——农药使用频率得分(1次);

E——高暴露人群得分(尚无相关数据);

F——残留水平得分。

根据检出农药毒性、ADI和农药残留水平,对照表1,可得出残留农药的毒性得分A、毒效得分B和残留水平得分F。

1.2.5 农药最大残留限量估计值的计算

为保护消费者健康,最大摄入量不应大于每日允许摄入量,公式(7)为最大残留限值估计值。

$$eMRL = ADI \times bw / F \times 100 \quad (7)$$

式中:

eMRL——最大残留量估计值,mg/kg。

表1 毒性、毒效、残留水平赋分标准

Table 1 Toxicity, toxic effect, residue level scoring standards

指标	指标值	得分	指标值	得分	指标值	得分	指标值	得分
毒性(A)	低毒	2	中毒	3	高毒	4	剧毒	5
毒效(B)	>1×10 ⁻²	0	1×10 ⁻⁴ ~1×10 ⁻²	1	1×10 ⁻⁶ ~1×10 ⁻⁴	2	<1×10 ⁻⁶	3
膳食比例(C)	<2.5	0	≥2.5且<20.0	1	≥20.0且<50.0	2	≥50.0且<100.0	3
农药使用频率(D)	<2.5	0	≥2.5且<20.0	1	≥20.0且<50.0	2	≥50.0且<100.0	3
高暴露人群(E)	无	0	不太可能	1	很可能	2	有或无相关数据	3
残留水平(F)	未检出	1	<限量值	2	≥限量值	3	≥10倍限量值	4

1.3 数据处理

数据处理采用Excel 2016软件对数据进行分析,使用Graphpad 8.0.2绘制西瓜农药残留膳食风险排序图。

2 结果与分析

2.1 样品农药残留概况

样品残留农药种类列于表2。由表2可知,样品残留农药共计18种,分别为霜霉威、多菌灵、啞霉胺、啞虫脒、吡虫啉、噻虫嗪、多效唑、三唑磷、哒螨灵、

丙溴磷、咪鲜胺、烯酰吗啉、苯醚甲环唑、灭幼脲、氯氟氰菊酯、啞菌酯、腈菌唑、甲维盐。残留样品比例处于0.24%~18.25%之间,其中啞霉胺残留样品所占比例最高,为18.25%;其次为多菌灵、啞虫脒、烯酰吗啉,所占比例分别为16.59%、14.22%、13.27%,其他农药残留样品所占比例均在10%以下。

与其它水果中检出残留农药相比,啞霉胺、多菌灵、啞虫脒、烯酰吗啉4种农药也有检出率较高的特点,如罗振玲等^[12]系统分析了2015~2019年台州市草莓农药残留情况,残留农药中啞霉胺、啞虫脒、多菌灵的检出率均在29%以上,高于大部分残留农药。马

晨等^[13]对海南省芒果中农药的多残留情况进行了分析,发现:多菌灵和啉虫脒的检出率较高,分别为20.79%、16.85%;李海飞等^[14]探讨了19个主产区桃农药残留情况,结果显示:样品中嘧霉胺、多菌灵、啉虫脒、烯酰吗啉的检出率分别为13.3%、64.3%、37.8%、1.0%,其中多菌灵的检出率在所有检出农药中最高;平华等^[15]分析了国内市场国产猕猴桃的农药残留状况,发现22种残留农药中嘧霉胺、多菌灵、啉虫脒的检出率较高分别为8.4%、47%、12%。综合本文和上述学者的报道,可以得出嘧霉胺、多菌灵、啉虫脒、烯酰吗啉4种农药在水果中残留的可能性相对较高。

为进一步探讨残留农药对样品质量安全的危害水

平,本文通过慢性和急性膳食摄入风险,对残留农药的膳食风险进行了探讨。

2.2 样品慢性膳食摄入风险分析

据文献报道:我国日均西瓜消费量按照0.14 kg计^[9],体重按60 kg,可计算出18种残留农药的慢性膳食摄入风险,如表3所示。

由表3可知:残留农药的%ADI处于0.000%~0.0112%之间不等,均远小于100%。18种农药中,噻虫啉和咪鲜胺的%ADI相对较高,分别是0.0102%和0.0112%,其余16种农药的%ADI均小于0.01%。这说明,残留农药中噻虫啉和咪鲜胺慢性膳食摄入风险相对较高。

表2 西瓜样品农药残留情况

Table 2 Pesticide residues in watermelon samples

项目	霜霉威	多菌灵	嘧霉胺	啉虫脒	吡虫啉	多效唑
残留水平/(mg/kg)	0.0064~0.0215	0.0001~0.3078	0.0002~0.0173	0.0004~0.1902	0.0055~0.2492	0.0003~0.0034
检出限	0.02	0.12	0.17	0.36	5.5	0.14
MRL/(mg/kg)	5	2	/	2	/	/
检出数/个	4	70	77	60	18	12
残留样品所占比例/%	0.95	16.59	18.25	14.22	4.27	2.84
项目	灭幼脲	氯氟氰菊酯	啉菌酯	腈菌唑	噻虫啉	甲维盐
残留水平/(mg/kg)	0.0062~0.0255	0.0229	0.0177~0.0339	0.0004	0.0087~0.2185	0.0005~0.0006
检出限	5.10	/	/	0.25	8.25	0.08
MRL/(mg/kg)	/	0.05	1	/	0.2	/
检出数/个	3	1	2	1	29	2
残留样品所占比例/%	0.71	0.24	0.47	0.24	6.87	0.47
项目	三唑磷	啉螨灵	丙溴磷	咪鲜胺	烯酰吗啉	苯醚甲环唑
残留水平/(mg/kg)	0.0002~0.0016	0.0012~0.0040	0.0006~0.0057	0.0005~0.0932	0.0001~0.1002	0.0006~0.0180
检出限	0.17	3.04	0.50	0.52	0.09	/
MRL/(mg/kg)	/	/	/	0.1	0.5	0.1
检出数/个	13	2	14	15	56	33
残留样品所占比例/%	3.08	0.47	3.32	3.55	13.27	7.82

注:限量值参考GB2763西瓜或瓜类水果限量提出;检出限参考GB/T 20769-2008水果和蔬菜中450种农药及相关化学品残留量的测定。

表3 慢性膳食摄入风险分析

Table 3 Risk Analysis Table of chronic Diet intake

项目	霜霉威	多菌灵	嘧霉胺	啉虫脒	吡虫啉	多效唑	三唑磷	啉螨灵	丙溴磷
STRM/(mg/kg)	0.0001	0.0036	0.0003	0.0024	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
ADI/(mg/kg)	0.4	0.5	0.2	0.07	0.06	0.1	0.001	0.01	0.03
%ADI/%	0.0001	0.0017	0.0004	0.0081	0.0059	0.0001	0.0050	0.0003	0.0005
项目	咪鲜胺	烯酰吗啉	苯醚甲环唑	灭幼脲	氯氟氰菊酯	啉菌酯	腈菌唑	噻虫啉	甲维盐
STRM/(mg/kg)	0.0005	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0035	0.0000
ADI/(mg/kg)	0.01	0.2	0.01	1.25	0.02	0.2	0.03	0.08	0.0005
%ADI/%	0.0112	0.0006	0.0058	0.0000	0.0006	0.0001	0.0000	0.0102	0.0012

表4 急性膳食摄入风险分析

Table 4 Risk analysis of acute dietary intake

项目	霜霉威	多菌灵	啉虫脒	吡虫啉	三唑磷	丙溴磷
最大值/(mg/kg)	0.0215	0.3078	0.1902	0.2492	0.0016	0.0057
ARfD/(mg/kg)	2	0.5	0.1	0.4	0.001	1
%ARfD/%	0.2244	12.8696	39.7521	13.0232	32.8868	0.1191
SM/(mg/kg)	9.5677	2.3919	0.4784	1.9135	0.0048	4.7838

项目	咪鲜胺	烯酰吗啉	甲维盐	氯氟氰菊酯	噻虫嗪	苯醚甲环唑
最大值/(mg/kg)	0.0932	0.1002	0.0006	0.0229	0.2185	0.0180
ARfD/(mg/kg)	0.1	0.6	0.02	0.04	1	0.3
%ARfD/%	19.4882	3.4920	0.5884	11.9846	4.5676	1.2559
SM/(mg/kg)	0.4784	2.8703	0.0957	0.1914	4.7838	1.4352

有相关报道与本文分析结果一致：葡萄、西瓜残留农药中噻虫嗪和咪鲜胺的慢性膳食风险相对较高。如刘河疆等^[16]的研究发现：新疆鲜食葡萄 34 种农药残留的%ADI 在 0.03%~1.56%，其中噻虫嗪和咪鲜胺的%ADI 相对较高，分别为 0.21%和 0.22%；韦凯丽等^[9]研究表明，新疆不同产地西瓜残留农药中，除三唑磷和多菌灵外，噻虫嗪和咪鲜胺的%ADI 高于其它残留农药，分别为 0.84%和 0.46%。综合本文和上述学者的报道可以得出，在葡萄、西瓜残留农药中，更需关注噻虫嗪和咪鲜胺的慢性膳食风险。

2.3 样品急性膳食摄入风险分析

根据聂继云等^[10]报道的查询地点，可得 LP：2.5422 kg。U、V、bw，分别取 5 kg、3 和 60 kg，可分别计算出各残留农药的%ARfD 值，如表 4 所示。

从表 4 可以看出：除噻霉胺、啉菌酯不需要急性参考剂量（ARfD 值）、多效唑、啉啉灵、灭幼脲、腈菌唑尚未规定急性参考剂量外。其它 12 种残留农药的%ARfD 处于 0.12%~39.75%，远低于 100%。残留农药中，啉虫脒、三唑磷的急性膳食风险相对较高，%ARfD 均大于 20%。

江景勇等^[17]评估了草莓残留农药的急性膳食摄入风险，结果显示，除没有必要设定急性参考剂量的农药外，啉虫脒的急性摄入风险为 7.04%，高于其他残留农药；郇志博等^[18]分析了我国南方 5 省辣椒残留农药的急性膳食摄入风险发现，残留农药中，啉虫脒的急性膳食风险最高，ARfD 值为 12%。以上学者研究结果均表明，残留农药中，啉虫脒的急性膳食风险相对较高，这与本文研究结果一致。此外，王冬群等^[19]为掌握慈溪市 61 批次梨样品农药残留情况，对其进行了农药残留分析后发现，三唑磷的%ARfD 也相对较高，已达 460.00%，处于不可接受水平，与之相比，本研究 4 省西瓜样品的%ARfD 较低。综合本部

分以上分析，可以得出，在果蔬各类残留农药中，更需关注啉虫脒、三唑磷的急性膳食风险。

2.4 样本残留农药风险排序分析

按照表 1 赋分方式，采用英国兽药残留委员会兽药残留风险矩阵，对残留农药进行风险排序，得图 1。

由图 1 可见，可将 18 种残留农药分为高、中、低风险。高风险农药，风险得分≥20，共 3 种，具体是甲维盐、啉啉灵、三唑磷；中风险农药，风险得分均在 20~15，共 4 种，具体是丙溴磷、咪鲜胺，苯醚甲环唑，氯氟氰菊酯；低风险农药，风险得分均<15，共 12 种，具体是噻霉胺，多菌灵、啉虫脒、烯酰吗啉、噻虫嗪，吡虫啉、多效唑、霜霉威、灭幼脲、啉菌酯、腈菌唑。

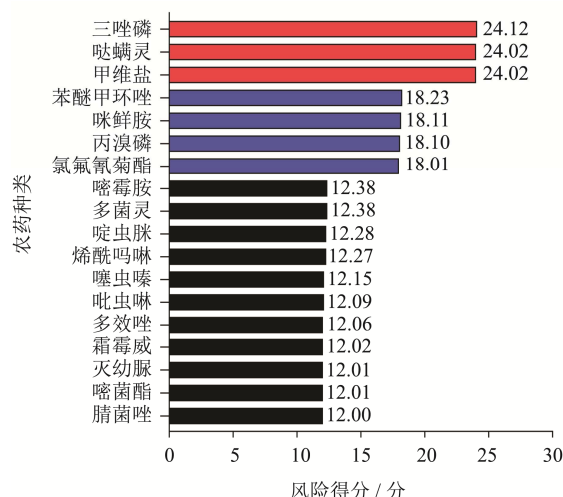


图 1 西瓜农药残留膳食风险排序

Fig.1 The dietary risk ranking of pesticide residues in watermelon

王运儒等^[20]对广西主产区荔枝残留农药风险评估，结果显示，甲维盐为高风险农药（风险得分为 24.40）；韦凯丽等^[9]发现检出广西西瓜样品农药残留中，三唑磷为高风险农药，风险得分为 24.60%；张嘉

坤等^[21]的评估结果表明,河北产区桃残留农药中,甲维盐为高风险农药,风险得分为20.8%;何洁等人^[22]分析结果显示,贵州黔东南州番茄残留农药中,哒螨灵和三唑磷为高风险农药,风险得分分别为24.4%、24.2%。上述报道显示,区域水果农药残留中,甲维盐、哒螨灵、三唑磷的风险值相对较高,以上学者研究结果与本文接近,故建议加强关注水果中这3种农药的残留。

2.5 现有农药最大残留限量的适用性

由于种种原因,我国未及时制修订部分农药最大残留限量标准^[2]。如表5所示,本文西瓜样品残留的18种农药中,嘧霉胺、吡虫啉、多效唑、三唑磷、哒螨灵、丙溴磷、甲维盐、灭幼脲、腈菌唑9种我国尚未制定西瓜最大残留限量。嘧霉胺、吡虫啉、多效唑、三唑磷、哒螨灵、丙溴磷、甲维盐、腈菌唑。

表5 残留农药的最大残留限量估计值和最大残留限量建议值

Table 5 Estimated maximum residue limits and recommended maximum residue limits for pesticide residues

种类	ADI/(mg/kg)	eMRL/(mg/kg)	MRL/(mg/kg)	RMRL/(mg/kg)	p99.5/(mg/kg)
霜霉威	0.4	9.4406	5	9	0.0119
多菌灵	0.5	11.8008	2	-	0.1706
嘧霉胺	0.2	4.7203	-	5	0.0104
啶虫脒	0.07	1.6521	2	-	0.1012
吡虫啉	0.06	1.4161	-	1	0.0714
噻虫嗪	0.08	1.8881	0.2	2	0.2173
多效唑	0.1	2.3602	-	2	0.0019
三唑磷	0.001	0.0236	-	0.02	0.0011
哒螨灵	0.01	0.2360	-	0.02	0.0012
丙溴磷	0.03	0.7080	-	1	0.0033
咪鲜胺	0.01	0.2360	0.1	0.2	0.0536
烯酰吗啉	0.2	4.7203	0.5	5	0.0426
苯醚甲环唑	0.01	0.2360	0.1	0.2	0.0129
甲维盐	0.0005	0.0118	-	0.01	0.0005
灭幼脲	1.25	29.5020	-	-	0.0229
氯氟氰菊酯	0.02	0.4720	0.05	0.5	/
啉菌酯	0.2	0.47203	1	5	0.0177
腈菌唑	0.03	0.7080	-	1	/

注: ADI: 每日允许摄入量; eMRL: 最大残留限量估计值; MRL: 最大残留限量; RMRL: 最大残留限量建议值; p99.5: 99.5百分位点残留量。

MRL 过严会致使农产品中农药残留问题泛滥, MRL 过宽会使消费者的健康得不到保障^[19], 不及时制修订最大残留限量标准则会直接影响产品合格率判定的准确性, 还将对全面、正确的衡量我国西瓜质量安全现状造成进一步影响^[23]。因此, 及时制修订适合我国西瓜中的 MRL 尤为重要。表5为18种残留农药的 eMRL 和 RMRL。

从表5可见, 灭幼脲的 ADI 值高达 1.25 mg/kg, 在西瓜中的 eMRL 达到 29.5020 mg/kg, 因此, 没必要制定西瓜中灭幼脲最大残留限量。与 eMRL 相比, 多菌灵、噻虫嗪、烯酰吗啉、氯氟氰菊酯、啉菌酯最大残留限量均过严。

综合18种农药检出率、急性、慢性膳食风险评估及风险排序结果, 按照最大残留限量可比 eMRL 略低

或略高的原则, 建议优先制定吡虫啉、三唑磷2种残留农药的最大残留限量值, 建议值分别为1、0.02 mg/kg。从表5可见, 残留农药的 p99.5 均低于 MRL 或 RMRL, 表明建议值符合制定要求。

3 结论

4省样品残留农药共计18种, 其中嘧霉胺、多菌灵、啶虫脒、烯酰吗啉残留样品所占比例相对较高, 分别为18.25%、16.59%、14.22%、13.27%; 残留农药的 %ADI 和 %ARfD 值分别处于 0.0000%~0.0112% 和 0.1191%~39.7521% 之间, 均远小于 100%, 其中噻虫嗪、咪鲜胺的 %ADI 值较高, 分别为 0.0102%、0.0112%, 啶虫脒、三唑磷的 %ARfD 值较高, 分别为 39.75%、32.88%; 甲维盐、哒螨灵、三唑磷3种农药

的风险得分均在 20 以上,分别为 24.02、24.02、24.12,风险相对较高;9 种残留农药尚未制定最大残留限量,啉霉胺、吡虫啉、多效唑、三唑磷、哒螨灵、丙溴磷、甲维盐、腈菌唑 8 种符合制定最大残留限量的要求。综合以上分析,可以得出,吡虫啉、三唑磷 2 种残留农药兼具残留风险相对较高和无最大残留限量的特点,建议优先制定限量值,最大残留建议值依次为 1、0.02 mg/kg。

参考文献

- [1] 王吉明,尚建立,李娜,等.我国西瓜甜瓜种质资源收集、保存与利用研究进展[J].中国瓜菜,2018,31(2):1-6
WANG Jiming, SHANG Jianli, LI Na, et al. Collection, preservation, and utilization of germplasm resources of watermelon and melon in China [J]. China Melon & Vegetables, 2018, 31(2): 1-6
- [2] 任艳玲,王涛,周玉峰,等.国内外西瓜农药最大残留限量比较分析[J].中国瓜菜,2018,31(10):1-6
REN Yanling, WANG Tao, ZHOU Yufeng, et al. Comparative analysis of domestic and international maximum residue limits for pesticides in fresh watermelon [J]. China Melon & Vegetables, 2018, 31(10): 1-6
- [3] 姚晶晶,陈丽君,王明锐,等.西瓜中杀线虫剂农药残留及风险评估[J].江苏农业科学,2020,48(6):168-172
YAO Jingjing, CHEN Lijun, WANG Mingrui, et al. Nematicidal pesticide residues and risk assessment in watermelon [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2020, 48(6): 168-172
- [4] Forkuoh F, Nathaniel O B, Lawrence S B, et al. Risk of human dietary exposure to organochlorine pesticide residues in fruits from Ghana [J]. Scientific reports, 2018, 8(1): 1-5
- [5] Sompon W, Onnicha K, Somchai B, et al. Food safety in Thailand 1: it is safe to eat watermelon and durian in Thailand [J]. Environmental Health and Preventive Medicine, 2015, 20(3): 204-215
- [6] Algharibeh G R, AlFararjeh M S. Pesticide residues in fruits and vegetables in Jordan using liquid chromatography / tandem mass spectrometry [J]. Food Additives & Contaminants: Part B, 2019, 12(1): 1-9
- [7] 张雁鸣,玛合巴丽·托乎塔尔汉,沈琦,等.新疆主产区西瓜农药残留水平及其差异性评估[J].食品与机械,2021,37(2):58-63
ZHANG Yanming, Mahebaoli·Tuohutaerhan, SHEN Qi, et al. The pesticide residue level of watermelon in Xinjiang main producing area and its difference evaluation [J]. Food and Machinery, 2021, 37(2): 58-63
- [8] 陈文,朱莉娅,韩宇,等.表面增强拉曼光谱技术应用于西瓜中杀螟硫磷农药残留的检测 [J].食品科技,2018,43(1):320-325
CHEN Wen, ZHU Liya, HAN Yu, et al. Application of surface-enhanced Raman spectroscopy to the detection of fenitrothion pesticide residues in watermelon [J]. Food Science and Technology, 2018, 43(1): 320-325
- [9] 韦凯丽,华震宇,曹叶青,等.不同产地西瓜农药残留分析与膳食风险评估[J].现代食品科技,2020,36(7):331-337,270
WEI Kaili, HUA Zhenyu, CAO Yeqing, et al. Pesticide residue analysis and dietary risk assessment of watermelon in different habitats [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(7): 331-337, 270
- [10] 聂继云,李志霞,刘传德,等.苹果农药残留风险评估[J].中国农业科学,2014,47(18):3655-3667.
NIE Jiyun, LI Zhixia, LIU Chuande, et al. Risk assessment of pesticide residues in apples [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2014, 47(18): 3655-3667
- [11] 宋稳成.JMPR 评估农药 ADI 和 ARfD 清单[J].农药科学与管理,2009,30(8):12-17
SONG Wencheng. JMPR assesses pesticide ADI and ARfD list [J]. Pesticide Science and Administration, 2009, 30(8): 12-17
- [12] 罗振玲,杨挺,夏慧丽.台州市种植草莓主要农药残留评价[J].浙江农业科学,2020,61(6):1176-1180,1186
LUO Zhenling, YANG Ting, XIA Hui li. Evaluation of main pesticide residues in strawberry planting in Taizhou city [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2020, 61(6): 1176-1180, 1186
- [13] 马晨,张群,刘春华,等.海南芒果中农药多残留分析[J].农药学报,2021,23(3):552-560
MA Chen, ZHANG Qun, LIU Chunhua, et al. Analysis of multiple pesticide residues in mango of Hainan province [J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2021, 23(3): 552-560
- [14] 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
LI Haifei, NIE Jiyun, XU Guofeng, et al. Analysis of pesticide residues in peaches and their dietary exposure risk assessments [J]. Journal of Instrumental Analysis, 2019, 38(9): 1066-1072
- [15] 平华,杜远芳,颜世伟,等.猕猴桃农药残留状况及风险评估[J].食品工业,2019,40(12):201-206
PING Hua, DU Yuanfang, YAN Shiwei, et al. Pesticide residues status and risk assessment of kiwifruit [J]. The Food

- Industry, 2019, 40(12): 201-206
- [16] 刘河疆,康露,华震宇,等.新疆鲜食葡萄产区农药残留风险评估[J].江西农业大学学报,2018,40(4):714-724
LIU Hejiang, KANG Lu, HUA Zhenyu, et al. Risk assessment of pesticide residues in Xinjiang table grape producing areas [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2018, 40(4): 714-724
- [17] 江景勇,王会福,何玲玲,等.台州草莓农药残留风险评估[J].江苏农业学报,2017,33(6):1408-1414
JIANG Jingyong, WANG Huifu, HE Lingling, et al. Risk assessment of pesticide residues in strawberry from Taizhou city [J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2017, 33(6): 1408-1414
- [18] 郇志博,罗金辉,谢德芳.南方五省辣椒农药残留膳食暴露风险评估[J].植物保护,2019,45(3):96-101
HUAN Zhibo, LUO Jinhui, XIE Defang. Risk assessment of dietary exposure to pesticide residues in pepper in five provinces of southern China [J]. Plant protection, 2019, 45(3): 96-101
- [19] 王冬群,胡寅侠,华晓霞.慈溪市梨农药残留膳食摄入风险评估[J].江苏农业学报,2016,32(3):698-704
WANG Dongqun, HU Yinxia, HUA Xiaoxia. Dietary intake risk assessment of pesticide residue in pears in Cixi city [J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2016, 32(3): 698-704
- [20] 王运儒,邓有展,陈永森,等.广西荔枝农药残留现状及膳食风险评估[J].南方农业学报,2018,49(9):1804-1810
WANG Yunru, DENG Youzhan, CHEN Yongsen, et al. State and dietary intake risk assessment of pesticide residue in litchi in Guang xi [J]. Journal of Southern Agriculture, 2018, 49(9): 1804-1810
- [21] 张嘉坤,及增发,郑振山,等.河北产区桃农药残留风险评估[J].食品安全质量检测学报,2021,12(7):2662-2670
ZHANG Jiakun, JI Zengfa, ZHENG Zhenshan, et al. Risk assessment of pesticide residues in peaches from Hebei province [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2021, 12(7): 2662-2670
- [22] 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
HE Jie, LIU Wenfeng, HU Chengcheng, et al. Risk assessment of pesticide residues via dietary intake of tomatoes from Qiandongnan, Guizhou [J]. Food Science, 2019, 40(1): 202-208
- [23] 庞荣丽,吴斯洋,郭琳琳,等.我国西瓜甜瓜中农药登记使用现状及存在问题和[J].中国瓜菜,2019,32(9):1-6
PANG Rongli, WU Siyang, GUO Linlin, et al. Status, problems and suggestions of pesticide registration in watermelon and melon in China [J]. Zhongguo Gua-cai, 2019, 32(9): 1-6
-
- (上接第 256 页)
- [30] 操晓亮,刘加增,柴国璧,等.基于感官导向的铁观音茶叶特征香气的分析、重构及在卷烟加香中的应用[J].中国烟草学报,2020,27(4):10-19
CAO Xiaoliang, LIU Jiazeng, CHAI Guobi, et al. Analysis and reconstitution of characteristic aromas in Tieguanyn tea based on sensory-oriented separation and its application in cigarette flavoring [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2020, 27(4): 10-19
- [31] WANG Kunbo, LIU Fang, LIU Zhonghua, et al. Comparison of catechins and volatile compounds among different types of tea using high performance liquid chromatograph and gas chromatograph mass spectrometer [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2011, 46(7): 1406-1412
- [32] Kunbo Wang, Jianyun Ruan. Analysis of chemical components in green tea in relation with perceived quality, a case study with Longjing teas [J]. Int. Food Sci. Tech., 2009, 44: 2476-2484
- [33] 里奥·范·海默特.化合物香味阈值汇编(第二版)[M].北京:科学出版社,2015
Van Heimert Leo. Collection of Aroma Threshold of Compounds (The Second Edition) [M]. Beijing: Science Press, 2015
- [34] D Wang, T Yoshimura, K Kubota, et al. Analysis of glycosidically bound aroma precursors in tea leaves. 1. Qualitative and quantitative analyses of glycosides with aglycons as aroma compounds [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(11): 5411-5418
- [35] 刘珍珍,陈小华,李崇勇,等.汉中绿茶重要香气成分及其在加工过程中的变化研究[J].茶叶通讯,2021,48(1):71-79
LIU Zhenzhen, CHEN Xiaohua, LI Chongyong, et al. Study on important aroma compounds in Hanzhong green tea and their changes during processing [J]. Journal of Tea Communication, 2021, 48(1): 71-79