

中图分类号: R932; R286.0 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2024)03-0080-05  
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2024.03.017



## 百香果中农药残留及膳食摄入风险评估\*

林青, 梁晓涵, 王丹, 杨兹伟, 伍立锋<sup>△</sup>

(海南省食品检验检测中心·国家市场监督管理总局重点实验室 < 热带果蔬质量与安全 >, 海南 海口 570314)

**摘要:**目的 评估百香果中农药残留及膳食摄入风险。方法 采用超高效液相色谱串联质谱法和气相色谱串联质谱法测定6个地区采样百香果整果、果皮和果肉中的农药残留量,比较不同农药的残留分布差异。采用目标风险系数(THQ)评估单一农药残留的膳食摄入风险,采用危害指数(HI)评价农药多残留联合暴露风险。结果 共检出农药37种,其中杀虫剂19种,杀菌剂15种,杀螨剂2种,植物生长调节剂1种。整果、果皮和果肉样品中农药检出率分别为83.78%,94.59%,62.16%,分别检出残留农药33种、35种、23种。单一农药残留的THQ值均小于1,农药多残留联合暴露风险的HI值为0.8847。结论 6个地区的百香果中均存在农药残留,但总体风险较低,百香果的慢性膳食摄入风险较小,暴露人群无明显健康风险。

**关键词:** 百香果; 果肉; 果皮; 整果; 农药残留; 膳食摄入风险

### Pesticide Residues in Passion Fruit and Assessment of Dietary Intake Risks

LIN Qing, LIANG Xiaohan, WANG Dan, YANG Ziwei, WU Lifeng

(Hainan Institute for Food Control · Key Laboratory of Tropical Fruits and Vegetables Quality and Safety for State Market Regulation, Haikou, Hainan, China 570314)

**Abstract: Objective** To evaluate pesticide residues and dietary intake risks in passion fruit. **Methods** Ultra-performance liquid chromatography-mass spectrometry (UPLC-MS/MS) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS/MS) were used to determine the pesticide residues in the whole fruit, peel and pulp of passion fruit sampled from six regions. The distribution differences of different pesticides in the whole fruit, peel and pulp of passion fruit were compared. The target hazard quotients (THQ) method was used to evaluate the dietary intake risk of the single pesticide residue, and the hazard index (HI) was used to evaluate the exposure risk of combined pesticide residues. **Results** Thirty-seven pesticides were detected, including nineteen kinds of insecticides, fifteen kinds of fungicides, two kinds of acaricides, and one kind of plant growth regulator. The detection rates of pesticides in whole fruit, peel, and pulp of passion fruit were 83.78%, 94.59%, and 62.16%, with 33, 35, and 23 residual pesticides detected. The THQ value of each single pesticide residue was less than 1. The HI value of the exposure risk of

\* 基金项目: 国家市场监督管理总局重点实验室(热带果蔬质量与安全)自主研究课题[ZZ-2022022]。

第一作者: 林青, 女, 大学本科, 轻工工程师, 主要从事食品农产品检测工作, (电子信箱)linq0898@163.com。

<sup>△</sup>通信作者: 伍立锋, 男, 大学本科, 高级工程师, 主要从事食品农产品检测工作, (电子信箱)16462500@qq.com。

and chemokines as therapeutic targets in heart failure [J]. Cardiovasc Drugs Ther, 2020, 34(6): 849-863.

[16] PENA E, BRITO J, EIALAM S, et al. Oxidative stress, kinase activity and inflammatory implications in right ventricular hypertrophy and heart failure under hypobaric hypoxia [J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(17): 6421.

[17] PARIPOVIĆ D, KOTUR - STEVULJEVIĆ J, VUKAŠINOVIĆ A, et al. The influence of oxidative stress on cardiac remodeling in obese adolescents [J]. Scand J Clin Lab Invest, 2018, 78(7/8): 595-600.

[18] SUN CH, LIANG HB, ZHAO Y, et al. Jingfang Granules improve glucose metabolism disturbance and inflammation in mice with urticaria by up-regulating LKB1/AMPK/SIRT1 axis [J]. J Ethnopharmacol, 2022, 302(Pt A): 115913.

[19] ZHU N, YAN X, LI HL, et al. Clinical significance of serum PGC-1 alpha levels in diabetes mellitus with myocardial infarction patients and reduced ROS-oxidative stress in diabetes mellitus with myocardial infarction model [J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2020, 13: 4041-4049.

[20] ASKIN L, TIBILLI H, TANRIVERDI O, et al. The relationship between coronary artery disease and SIRT1 protein [J]. North Clin Istanbul, 2020, 7(6): 631-635.

[21] WANG J, DONG ZH, GUI MT, et al. HuoXue QianYang QuTan Recipe attenuates left ventricular hypertrophy in obese hypertensive rats by improving mitochondrial function through SIRT1/PGC-1α deacetylation pathway [J]. Biosci Rep, 2019, 39(12): BSR20192909.

[22] 张城林, 冯寒, 李丽, 等. CTRP3经AMPK/PGC-1α通路促进心肌细胞线粒体生物生成 [J]. 中国病理生理杂志, 2016, 32(8): 1503.

[23] 李闯, 马晓莉, 文志萍, 等. 香青兰总黄酮对心肌缺血再灌注损伤大鼠氧化应激和线粒体的保护作用 [J]. 中成药, 2022, 44(2): 390-395.

(收稿日期: 2023-03-27; 修回日期: 2023-08-20)

combined pesticide residues was 0.884 7. **Conclusion** Pesticide residues are common in passion fruit from six regions, but the overall risk is relatively low. The chronic dietary intake risk of passion fruit is relatively low, and the exposed population has no significant health risk.

**Key words:** passion fruit; pulp of fruit; peel of fruit; whole fruit; pesticide residues; dietary intake risk

百香果又名鸡蛋果,学名西番莲 *Passion fruit*,为西番莲科、西番莲属草质藤本植物,是常见的热带水果,品种主要有紫果、黄果和杂交品种,广植于热带和亚热带地区<sup>[1]</sup>,在我国的广东、海南、福建、云南、台湾等地大量栽培<sup>[2]</sup>。目前,百香果主要用作新鲜食品、保健品或药物配方等<sup>[3]</sup>。百香果果皮厚而坚硬,可用作饲料和提取果胶、色素等<sup>[4-5]</sup>;种子榨油,可供食用、制皂、制油漆等<sup>[6-7]</sup>;果实富含丰富的蛋白质、脂肪、糖类和多种维生素、氨基酸及微量元素<sup>[8]</sup>;果瓢可鲜食和加工,其加工制品主要为果酱、果冻、果露、果汁、口含片、水果酵素等<sup>[9-11]</sup>。百香果不同部位的提取物具有多种药理学活性,包括抗氧化、镇痛抗炎、抗菌、抗高血压、护肝、护肺、抗肿瘤、抗抑郁、抗焦虑等<sup>[12]</sup>。由于百香果的市场前景较好,热带地区大量引进种植<sup>[13]</sup>和长期连作导致百香果病虫害问题频发<sup>[14]</sup>。为有效防治病虫害,百香果种植常按园地规划、水分管理、生草栽培、药物防治等方式进行联合防治,其中药物防治是防治病虫害的重要手段<sup>[15-16]</sup>。目前,国外对农药检测的范围更广泛,国内对百香果中农药残留的分析和膳食摄入风险评估的文献较少,百香果的果皮、果肉和整果中的农药残留情况研究仅检索到4篇文献<sup>[17-20]</sup>,涉及农药仅有甲拌磷、乙酰甲胺磷、敌敌畏、灭线磷、氧乐果等有机磷类农药,无法反映生产过程中的实际用药情况。为此,本研究中采用气相色谱串联质谱(GC-MS/MS)法和超高效液相色谱串联质谱(UPLC-MS/MS)法检测百香果的果肉、果皮和整果中的农药残留量,并评估其膳食摄入风险和联合暴露风险,为百香果的质量安全提供科学依据。现报道如下。

## 1 仪器与试剂

### 1.1 仪器

MS1602TS型电子天平(瑞士Mettler公司,精度为百分之一);HR2168型搅拌机(荷兰Philips公司);BC-1000型多管旋涡混匀仪(深圳逗点生物技术有限公司);320R型台式高速冷冻离心机(德国Hettich公司);Milli-Q Advantage A10型超纯水系统(德国Merck-Millipore公司);7000C型GC-MS/MS仪(美国Agilent公司);TQ-S型UPLC-MS/MS仪(美国Waters公司)。

### 1.2 试剂

72种农药标准品(农业农村部环境保护科研监测

所,纯度不低于99%);乙酸乙酯、乙腈、甲苯(色谱纯,德国Merck公司);Cleanert MAS-Q提取盐包(美国Agela公司);百香果(共37批,编号分别为H1-H5, H8, B3, B5-B6, B9-B10 <海南>, B2, B11-B13, B15, H9 <广西>, B1, B4, B7-B8, B16, B23-B25 <云南>, B14, B17, B19, B21, H10 <贵州>, H6, H12-H15, B22 <福建>, H7 <江西>)。

## 2 方法与结果

### 2.1 样品制备

百香果样品用搅拌机匀浆5 min,分别制成百香果的果肉、果皮和整果,-20℃冻存,备用。

### 2.2 农药残留量测定

#### 2.2.1 试验条件

参照《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和《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》GB 23200.113-2018中的方法建立试验条件,共检测72种农药。

1)UPLC-MS/MS条件。(1)色谱条件。色谱柱:Acquity UPLC HSS T3柱(100 mm × 2.1 mm, 1.8 μm);流动相:0.1%甲酸水(A)-甲醇(B),梯度洗脱(0~0.5 min时95%A,0.5~3.5 min时95%A→5%A,3.5~4.5 min时5%A,4.6~6 min时95%A);流速:0.4 mL/min;柱温:40℃;样品室温:15℃;进样量:1 μL。(2)质谱条件。离子源:电喷雾电离(ESI);扫描模式:正离子、多反应监测模式;毛细管电压:1 kV;雾化气温度:500℃;去溶剂气流量:800 L/h;碰撞气流量:0.1 mL/min;离子源温度:120℃。

2)GC-MS/MS条件。(1)色谱条件。色谱柱:DB-5msUI柱(30 m × 0.25 mm, 0.25 μm);柱温:程序升温,升至60℃,保持1 min,然后以40℃/min的速率升至170℃,再以10℃/min的速率升至310℃,保持3 min;进样量:1.0 μL;载气流速:1.0 mL/min。(2)质谱条件。离子源:电轰击电离(EI);离子源电压:70 eV;离子源温度:300℃;多反应监测模式;四极杆温度:180℃;碰撞气:氮气;载气:氦气。

#### 2.2.2 农药整体检出情况

结果共检出农药37种,其中杀虫剂19种,杀菌剂15种,杀螨剂2种,植物生长调节剂1种,杀菌剂和烟碱类杀虫剂在整果、果皮、果肉中检出率均较高(表1)。

表1 百香果整果、果皮和果肉中农药检出率(%)

Fig. 1 Detection rate of pesticides in whole fruit, peel and pulp of passion fruit (%)

农药类型	农药名称	果皮	整果	果肉	农药类型	农药名称	果皮	整果	果肉
杀虫剂	噻虫嗪	94.59	86.49	81.08	杀菌剂	吡唑醚菌酯	97.30	91.89	54.05
	噻虫胺	75.68	72.97	16.22		多菌灵	86.49	81.08	35.14
	吡虫啉	75.68	64.86	54.05		异菌脲	81.08	70.27	5.41
	高效氯氟氰菊酯	56.76	56.76	-		苯醚甲环唑	78.38	72.97	16.22
	联苯菊酯	37.84	24.32	5.41		啶菌酯	72.97	64.86	13.51
	氯氟菊酯	32.43	18.92	2.70		烯酰吗啉	72.97	70.27	27.03
	阿维菌素	29.73	24.32	-		戊唑醇	43.24	27.03	8.11
	啉虫酰胺	29.73	21.62	2.70		腐霉利	40.54	40.54	29.73
	啉虫脲	21.62	24.32	21.62		霜霉威	37.84	37.84	21.62
	毒死蜱	18.92	13.51	16.22		甲基硫菌灵	27.03	13.51	-
	氰戊菊酯	8.11	5.41	5.41		啶菌胺	21.62	24.32	21.62
	氟氯氰菊酯	5.41	2.70	-		甲霜灵	16.22	13.51	5.41
	溴氰菊酯	5.41	5.41	-		己唑醇	2.70	-	2.70
	涕灭威	5.41	10.81	-		百菌清	-	2.70	-
	甲氧菊酯	5.41	8.11	2.70		腈苯唑	2.70	2.70	-
	克百威	5.41	5.41	-	杀螨剂	哒螨灵	5.41	5.41	-
	丙溴磷	2.70	2.70	-		乙螨唑	2.70	-	-
	甲胺磷	2.70	-	-	植物生长	氯吡脲	2.70	-	-
	六六六	-	5.41	2.70	调节剂				

注：- 为未检出。

Note: - refers to not detected.

31批(83.78%)整果样品中检出农药,共检出33种农药残留,检出率排前5位的农药分别为吡唑醚菌酯(91.89%),噻虫嗪(86.49%),多菌灵(81.08%),苯醚甲环唑(72.97%),噻虫胺(72.97%);35批(94.59%)果皮样品中检出农药,共检出35种农药残留,检出率排前5位的农药分别为吡唑醚菌酯(97.30%),噻虫嗪(94.59%),多菌灵(86.49%),异菌脲(81.08%),苯醚甲环唑(78.38%);23批(62.16%)果肉样品中检出农药,共检出23种农药残留,检出率排5位的农药分别为噻虫嗪(81.08%),吡唑醚菌酯(54.05%),吡虫啉(54.05%),多菌灵(35.14%),腐霉利(29.73%)。阿维菌素、丙溴磷、哒螨灵、氟氯氰菊酯、高效氯氟菊酯、甲基硫菌灵、腈苯唑、克百威、涕灭威、溴氰菊酯在整果和果皮中均有检出,在果肉中均未检出。联苯菊酯、啉虫酰胺、戊唑醇、异菌脲在果肉中的检出率低于整果和果皮。在检出的农药中,我国尚缺少百香果中最大残留限量标准的农药有联苯菊酯、毒死蜱、氯氟菊酯、氰戊菊酯、啉虫酰胺、丙溴磷、氟氯氰菊酯、阿维菌素、溴氰菊酯、吡唑醚菌酯、腐霉利、戊唑醇、甲霜灵、霜霉威、烯酰吗啉、异菌脲、甲基硫菌灵、腈苯唑、百菌清、哒螨灵、乙螨唑、氯吡脲。

### 2.2.3 不同地区百香果整果中农药检出情况

6个地区的百香果中杀菌剂和杀虫剂使用较多,杀螨剂使用相对较少,详见图1。百香果的常见病害有霜霉病、叶斑病、果腐病、茎基腐病、食心虫、白粉虱等,杀菌剂吡唑醚菌酯、啶菌酯、异菌脲及杀虫剂噻虫嗪、啉虫脲、吡虫啉等能起到防治作用。由于各地区采样量不同,各种农药检出量也不同。

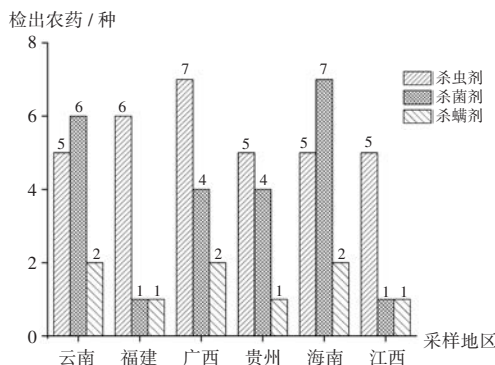


图1 6个地区百香果整果中农药检出情况

Fig. 1 Kinds of various pesticides detected from whole passion fruit from six regions

### 2.2.4 不同部位农药检出情况

采样的整果、果皮、果肉中均有检出且数量大于1的农药残留分布见表2。可见,整果中农药残留平均值、中位值、99分位值基本符合标准,且整体高于果肉;但毒死蜱、甲霜灵残留平均值、99分位值低于果肉;联苯菊酯、啶菌胺残留99分位值低于果肉。果皮中农药残留平均值、中位值、99分位值普遍高于整果,但氰戊菊酯残留平均值和中位值均低于整果,联苯菊酯、毒死蜱残留中位值均低于整果;果皮中农药残留平均值、中位值、99分位值普遍高于果肉,但甲霜灵残留平均值、中位值、99分位值均低于果肉。

6个地区采购的百香果中农药检出总数见图2。可见,所有地区百香果中果皮和整果中的农药检出量较高,这是由于农药主要附着于百香果外部,果农普遍采用喷洒方式进行农药投放。农药进入果实中,一是通过喷洒附着于果实;二是通过植物根、茎、叶的吸收进入植物体内,再通过植物体内循环进入果实内部。果实表面一般会附有一层蜡质,具有疏水性,可确保水溶性污染物不易通过表皮进入果实内部。因此,水洗可去除部分附着于果实表面的水溶性药物。但疏水性农药依然可通过果皮的蜡质层进入果实内部。毒死蜱、甲霜灵、苯醚甲环唑、腐霉利、烯酰吗啉为有机化合物,兼具内吸性,可通过果皮的蜡质层及植物根系、茎、叶等部位的吸收进入果实内部。在果实套袋情况下,农药仍可通过枝叶运输,经果柄进入果实<sup>[21]</sup>。

表2 百香果整果、果肉和果皮中农药残留量(mg/kg)  
Ta.2 Pesticide residue level in whole fruit, peel and pulp of passion fruit (mg/kg)

农药名称	整果			果皮			果肉		
	平均值	中位值	99分位值	平均值	中位值	99分位值	平均值	中位值	99分位值
联苯菊酯	0.031	0.028	0.082	0.037	0.013	0.187	0.119	0.119	0.231
啶虫脒	0.023	0.007	0.063	0.020	0.013	0.070	0.002	0.001	0.005
吡虫啉	0.023	0.011	0.108	0.035	0.012	0.266	0.017	0.007	0.063
毒死蜱	0.010	0.009	0.015	0.041	0.008	0.213	0.020	0.008	0.056
甲氧菊酯	0.329	0.504	0.909	0.557	0.557	0.966	0.054	0.054	0.054
氯菊酯	0.049	0.025	0.171	0.054	0.026	0.236	0.031	0.031	0.031
氟戊菊酯	0.096	0.096	0.185	0.082	0.083	0.153	0.008	0.008	0.010
噻虫胺	0.005	0.001	0.028	0.011	0.002	0.082	0.002	0.001	0.004
噻虫嗪	0.019	0.011	0.148	0.036	0.012	0.374	0.005	0.002	0.022
啉虫脒	0	0	0	0.059	0.029	0.251	0.045	0.012	0.187
苯醚甲环唑	0.135	0.066	0.713	0.197	0.071	0.903	0.03	0.009	0.117
吡唑醚菌酯	0.072	0.037	0.258	0.197	0.071	0.903	0.003	0	0.015
多菌灵	0.006	0.002	0.055	0.007	0.002	0.049	0.002	0.001	0.010
腐霉利	0.059	0.036	0.175	0.062	0.055	0.243	0.016	0.013	0.030
甲霜灵	0.019	0.009	0.055	0.043	0.021	0.149	0.720	0.720	1.413
啉菌酯	0.015	0.002	0.070	0.012	0.002	0.066	0.004	0.006	0.006
啉霉胺	0.072	0.058	0.070	0.094	0.098	0.153	0.056	0.044	0.149
霜霉威	0.029	0.016	0.112	0.040	0.028	0.106	-	-	-
戊唑醇	0.146	0.056	0.681	0.129	0.010	0.562	0.033	0.008	0.084
烯啶吡啶	0.055	0.013	0.227	0.058	0.019	0.231	0.005	0.003	0.013
异菌脲	0.109	0.051	0.509	0.273	0.879	1.190	0.065	0.065	0.114

注：- 不计入分析。

Note: - is not included in the analysis.

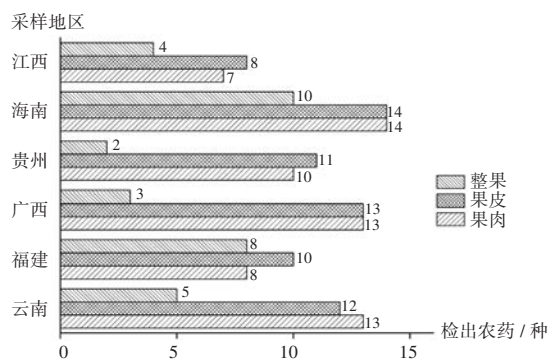


图2 6个地区百香果不同部位农药检出总数

Fig.2 Total kinds of pesticides detected from different parts of passion fruit from six regions

## 2.3 膳食摄入和农药多残留联合暴露风险评估

### 2.3.1 膳食摄入风险评估

根据《食品中农药最大残留限量》GB 2763 - 2021中规定的农药最大残留限量(MRL)判定农药残留超标情况;采用长期膳食摄入风险评估法进行食品安全风险评估;采用目标风险系数(THQ)法评估单一农药残留的膳食摄入风险。THQ ≤ 1,表明慢性摄入风险在可

接受范围;THQ > 1,表明存在不可接受的慢性摄入风险<sup>[22]</sup>。计算公式如下。

$$NEDI = (STMR_i \times F_i) / bw \quad (1)$$

$$THQ = NEDI / ADI \quad (2)$$

式中,NEDI为某种农药的国家估算每日摄入量;STMR<sub>i</sub>为农药在某一食品中的规范残留试验中值,用MRL计算;F<sub>i</sub>为一般人群某一食品的消费量(每人0.65 kg/d);bw为消费者平均体质量,《中国居民营养与慢性病健康状况报告(2020)》显示,中国18岁以上的居民男性平均体质量为69.6 kg,女性平均体质量为59 kg,取平均值(按64 kg计算);ADI为每日允许摄入量;THQ为慢性膳食摄入风险。果肉、果皮和整果中均有检出的且有参考限量的农药14种,其THQ值均远小于1,表明百香果的慢性膳食摄入风险较小。详见表3。

表3 百香果中膳食摄入风险

Tab.3 Dietary intake risk of passion fruit

农药种类	MRL(mg/kg)	ADI(mg/kg bw)	NEDI(mg)	THQ
六六六	0.05	0.01	0.0001	0.0060
啶虫脒	2.00	0.06	0.0024	0.0397
甲氧菊酯	5.00	0.01	0.0060	0.5952
噻虫胺	0.07	0.02	0.0001	0.0042
噻虫嗪	0.50	0.10	0.0006	0.0060
高效氯氟菊酯	0.20	0.04	0.0002	0.0060
甲胺磷	0.05	0.001	0.0001	0.0595
克百威	0.02	0.004	0.0002	0.0060
涕灭威	0.02	0.001	0.0002	0.0238
苯醚甲环唑	0.05	0.01	0.0001	0.0060
多菌灵	1.00	0.03	0.0012	0.0397
啉菌酯	5.00	0.08	0.0060	0.0744
啉霉胺	3.00	0.20	0.0036	0.0179
戊唑醇	0.10	0.40	0.0001	0.0003

### 2.3.2 农药多残留联合暴露风险评估

多种化合物的联合暴露风险评估在不同国家有不同的定义,美国环境保护署(EPA)将多种化合物的联合暴露称为“累积风险”,世界卫生组织(WHO)在讨论多种农药残留联合暴露风险时采用“多种化合物的联合暴露”,我国食品/农产品中多种农药残留的风险根据其对人体健康的风险分析称为农药多残留联合暴露风险<sup>[22]</sup>。本研究中采用危害指数(HI)评价农药多残留联合暴露风险。HI < 1,表明对暴露人群无明显健康风险;HI > 1,表明存在明显健康风险。HI值越大,风险越大。按公式  $HI = \sum_{n=1}^i THQ_n$  计算。结果农药多残留联合暴露风险的  $HI = 0.8847 < 1$ ,表明暴露人群无明显的健康风险。

### 3 讨论

本研究结果显示,全国6个地区的37批百香果中均存在多种农药残留现象,果皮中农药检出量最高,果肉最低。37种农药的残留水平总体上符合果皮>整果>果肉的规律,但对于一些新烟碱类且有较强内吸性的农药,有少部分的百香果样品果肉中的残留量高于整果,或仅在果肉中检出;个别农药仅在果皮中检出,果肉和整果中均无检出,可能是由于百香果果皮较厚,果皮质量约占整果的60%。一些附着于果皮不具有内吸性的农药,在同样浓度情况下,整果的样品中检出量会因果肉而稀释,导致个别残留浓度较低的农药在果皮中有检出,但在果肉和整果中无检出。根据GB2763-2021中的MRL参考限量计算,百香果对慢性膳食摄入风险的贡献较小,农药的累积暴露风险较低。

农药在百香果中的分布受药物性质、施药方式、种植环境、天气情况等影响。本研究结果显示,百香果的残留农药主要附着于果皮,只有少数较强内吸性的农药可能通过根、茎、叶等部位进入果肉中。其原因可能有,一是百香果的常年连作,导致土地营养物质的匮乏及病虫害的加重,为保证果实的质量而大量使用农药;二是果农的农业知识和病虫害防治技术较弱,存在多次使用农药和单次使用多种农药;三是不遵守规定的安全间隔期,未过安全间隔期而上市销售。建议加强对百香果种植的科学指导,对果农加大示范推广合规农药的使用,加强安全采摘意识;加强对果蔬作物的农业基础研究,对百香果的种植强化科学生产和病虫害的精准防控;加大对合规种植的宣传力度,加强管理、科学防治,从根本上解决百香果的用药问题。

### 参考文献

- [1] 吴瑞金. 福建百香果3号主要特征与优质丰产栽培技术[J]. 世界热带农业信息, 2022(10): 14-15.
- [2] 王宏利, 赵久成, 赖森, 等. 广西钦州市百香果育苗产业调研分析[J]. 热带农业科学, 2022, 42(5): 116-120.
- [3] 党奎育, 潘文道, 蓝晓阳. 广西玉林百香果产业发展状况初探[J]. 农业信息, 2022(1): 27-31.
- [4] 王美凤, 李文娟, 吴双双, 等. 百香果果皮生物活性成分提取与开发利用研究进展[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(19): 16-19.
- [5] FREITAS CMP, SOUSA RCS, DIAS MMS, et al. Extraction of Pectin from Passion Fruit Peel[J]. Food Engineering Reviews, 2020, 12: 460-472.
- [6] KAWAKAMI S, MORINAGA M, TSUKAMOTO - SEN S, et al. Constituent Characteristics and Functional Properties of Passion Fruit Seed Extract[J]. Life (Basel), 2022, 12(1): 38.
- [7] ALEXANDRE AMA, GERALDI MV, JUNIOR MRM, et al. Purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis*): A comprehensive review on the nutritional value, phytochemical profile and associated health effects [J]. Food Research International, 2022, 160: 111665.
- [8] 胡来丽, 秦礼康, 王玉珠. 百香果全国与果汁发酵酒滋味成分及香味成分对比[J]. 食品与机械, 2021, 37(12): 10-19.
- [9] 许晓萍, 周民生, 田丽, 等. 蜂蜜百香果橙汁复合饮料的研制[J]. 农产品加工, 2021(22): 7-11.
- [10] 马菲菲, 胡昕, 李荣辉, 等. 百香果复合果糕制备工艺优化研究[J]. 农产品加工, 2022(20): 43-47.
- [11] 鲁云凤, 张四普, 牛佳佳, 等. 猕猴桃百香果酒工艺条件优化[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(1): 105-109.
- [12] HE XR, LUAN F, YANG Y, et al. *Passiflora edulis*: An Insight into Current Researches on Phytochemistry and Pharmacology[J]. Frontiers in Pharmacology, 2020, 11: 617.
- [13] 冯小岳, 余海星, 赵秋芬, 等. 做好规划稳步发展百香果产业[J]. 云南农业, 2022(6): 34-36.
- [14] AIELLO D, FIORENZA A, LEONARDI GR, et al. *Fusarium nirenbergiae* (*Fusarium oxysporum* Species Complex) Causing the Wilting of Passion Fruit in Italy[J]. Plants (Basel), 2021, 10(10): 2011.
- [15] 叶金巧. 西番莲抗茎基腐病砧木筛选试验[J]. 热带农业科技, 2022, 45(4): 15-18.
- [16] 宁小云, 姜美辉, 黎平, 等. 百香果栽培种植管理及病虫害防治探究[J]. 种植技术, 2022(7): 141-143.
- [17] 丘建峰. 气相色谱法测定百香果中有机磷农药残留量[J]. 化工管理, 2019(13): 41-42.
- [18] 潘泉君. 气相色谱同时测定百香果中10种有机磷农药残留量[J]. 轻工科技, 2018, 34(7): 24-25.
- [19] PAREDES MA, SERGIO A, GONZALEZ M, et al. Assessment of homogeneity and stability of new reference material of passion - flower fruits for proficiency testing: Pesticide residues in purple passion fruit (*Passiflora pinnatistipula*) [J]. Accreditation and Quality Assurance, 2022, 27: 9-17.
- [20] ZUIN VG, YARIWAKE JH, LANÇAS FM, et al. Analysis of Pesticide Residues in Brazilian Medicinal Plants: Matrix Solid Phase Dispersion versus Conventional (European Pharmacopoeia) Methods [J]. Journal of the Brazilian Chemical Society, 2003, 14(2): 304-309.
- [21] 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.
- [22] 中华人民共和国农业农村部. 农药急性参考剂量制定指南 [A/OL]. (2017-09-30)[2023-02-08]. [https://www.moa.gov.cn/nygb/2017/201711/201802/t20180201\\_6136236.htm](https://www.moa.gov.cn/nygb/2017/201711/201802/t20180201_6136236.htm).

(收稿日期:2023-03-23;修回日期:2023-09-20)