

调查研究

广东省本地茶叶中 15 种农药残留污染状况调查

朱盼¹, 万欢², 王晶¹, 黄建华¹, 吴西梅¹, 龙朝阳¹, 黄伟雄¹, 吴永宁³

(1. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 511430; 2. 华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642; 3. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100022)

摘要:目的 了解广东省本地茶叶中农药残留品种及其污染水平,明确茶叶质量安全状况,以期为生产监管和消费提供依据。方法 采集 110 份广东省本地茶叶,采用 GC-MS/MS 方法对茶叶中 10 种拟除虫菊酯和 5 种有机氯类农药残留进行检测,并依据食品安全国家标准 GB 2763—2021 评价茶叶中多农残的超标状况。结果 广东省本地茶叶共检出 10 种农药残留,主要残留品种为联苯菊酯、甲氰菊酯和氯氰菊酯,其中联苯菊酯检出率最高为 73.64%,均值为 0.346 mg/kg,且在乌龙茶中残留均值最大;仅有 4 份样本存在氰戊菊酯或甲氰菊酯残留超标现象;存在多组分农药联合污染现象;联苯菊酯、甲氰菊酯和氯氰菊酯残留水平存在地域性差异规律,原产地为粤东地区(潮州和梅州)污染水平较高,而粤北(韶关和清远)和珠三角地区(肇庆)污染水平相对较低。结论 广东本地茶叶农药残留检出率较高,但超标率较低,整体合格率高。政府监管部门应对主要检出的联苯菊酯、甲氰菊酯和氯氰菊酯进行重点监测。

关键词:本地茶叶;多农药残留;污染状况

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2022)01-0069-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.01.014

Pollution status of 15 pesticides residues in local tea samples in Guangdong ProvinceZHU Pan¹, WAN Huan², WANG Jing¹, HUANG Jianhua¹, WU Ximei¹,
LONG Chaoyang¹, HUANG Weixiong¹, WU Yongning³

(1. Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Guangzhou 511430, China; 2. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangdong Guangzhou 510642, China; 3. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China)

Abstract: Objective To understand the pollution level of multi-pesticides residues in local tea samples in Guangdong Province, and clarify the quality and safety of tea, so as to provide a basis for production supervision and consumption.

Methods 110 local tea samples were collected in Guangdong Province, 10 kinds of pyrethroids pesticide and 5 kinds of organochlorine pesticides residues were detected by GC-MS/MS and evaluated according to the national standard GB 2763—2021. **Results** Among the 110 samples, only 10 pesticides were detected, and bifenthrin, fenpropathrin and cypermethrin were the mainly detected varieties. The highest frequency of detection was bifenthrin (73.64%) with an average value of 0.346 mg/kg. It was oolong tea that had the highest average value; excessive contents of fenvalerate or fenpropathrin were only found in four tea samples; the phenomenon of multi-pesticides residue was existed. The pollution levels of bifenthrin, fenpropathrin and cypermethrin in eastern Guangdong (Chaozhou and Meizhou) were high, while the pollution levels in northern Guangdong (Shaoguan and Qingyuan) and the Pearl River Delta (Zhaqing) were relatively low. **Conclusion** The detection rates of pesticide residues in local tea samples in Guangdong Province were high, but the exceeding rates were low. The government supervision departments should focus on the monitoring of bifenthrin, fenpropathrin and cypermethrin in teas.

Key words: Local tea; multi-pesticides residues; pollution status

收稿日期:2021-09-23

基金项目:广东省自然科学基金(2020A1515010655);广东省重点领域研发计划(2019B020210002)

作者简介:朱盼 女 助理研究员 研究方向为食品安全 E-mail: 529134125@qq.com

通信作者:吴永宁 男 研究员 研究方向为食品安全 E-mail: wuyongning@cfsa.net.cn

茶叶不仅是国内的重要消费品,也是主要的出口商品之一。茶叶中农药残留是茶叶企业在国际市场竞争压力下需解决的首要问题。研究报道,日本、韩国和欧盟等国家 2016—2017 年平均每年通报我国 10 余批次茶叶不合格,原因多为农药残留超标^[1]。分析茶叶农残限量标准与我国茶叶农残检出情况对茶农的生产具有重要的指导意义;对茶叶

农药残留状况进行监测和控制越来越受到学者们的关注^[2]。

研究报道,我国不同地区茶叶中存在农药残留污染,如湖北省2018年市售茶叶样本中11种农药残留检出率为52.00%,主要为联苯菊酯、甲氰菊酯、氯氟氰菊酯和氯氰菊酯等^[3];陕西省2013—2017年市售茶叶中17种农药残留检出率为39.65%,联苯菊酯含量最高为2.38 mg/kg^[4];山东省2016年市售茶叶中12种农残检出率为59.09%,主要为联苯菊酯、氯氟氰菊酯和甲氰菊酯^[5];广东省广州市2013—2015年市售普尔茶中多农残检出率为81.71%,甲氰菊酯、联苯菊酯、氯氟氰菊酯和氯氟氰菊酯检出率和含量较高,个别样品存在超标,超标率仅为1.62%^[6];贵州省主产茶区茶叶中联苯菊酯和甲氰菊酯最高含量分别为3.28 mg/kg和3.35 mg/kg^[7-8];山东省2012—2016年市售茶叶中联苯菊酯含量最高达15.54 mg/kg^[9];重庆市主产茶区茶叶中多种农残检出率为63.6%^[10]。不同地区茶叶样本中存在多组分农药同时检出的现象^[3-18]。虽然各地区茶叶中均存在农药残留污染现象,但仅有个别样品中个别农药种类含量超过了国家限量标准,整体安全。

茶叶中农药污染主要来源于以下方面:其一,生态循环导致的环境污染和环境迁移,如有机氯类农药;其二,茶叶种植生产加工过程中可能施用的农药,如拟除虫菊酯类农药、有机磷类农药等。为了解广东省本地茶叶的安全状况,本研究拟对广东省本地茶叶中15种有机氯类农药和拟除虫菊酯类农药的污染水平进行调查,了解并掌握广东省本地茶叶农药残留污染状况,为茶叶的种植生产、市场监管及科学消费提供参考和指引。

1 材料与方法

1.1 样品来源及类型

为使样品具有代表性,本研究样品均来源于2017—2020年广东省本地茶园生产和销售的样品,共计110份,其中红茶37种、绿茶35种和乌龙茶38种,茶叶原产地涵盖韶关、清远、肇庆、梅州和潮州等5个地市。

1.2 方法

1.2.1 拟采用的前处理

方法如下^[19-20]:茶叶样品粉碎过筛,称取2.00 g茶叶粉末,加入10 mL沸水浸泡20 min,待冷却后加入20 mL丙酮涡旋混匀后超声提取30 min,加入2 g NaCl和20 mL正己烷,液液萃取1 min,静置分层后取上层有机相,20 mL正己烷重复萃取一次,合并上

层有机相,35℃水浴氮吹至近干,待Carb-NH₂柱净化。

Carb-NH₂柱上加0.5 cm厚的无水硫酸钠,使用5 mL丙酮-二氯甲烷(V:V=1:1)淋洗液活化柱子,样品用1 mL淋洗液复溶上样并收集,12 mL淋洗液3 mL/次分4次淋洗柱子。35℃水浴氮吹至近干,以0.5 mL正己烷复溶,0.22 μm微孔滤膜过滤后,上机测定。空白基质匹配标准曲线外标法定量。

采用优化的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》的GC-MS/MS分析条件完成样品检测。

1.2.2 监测农药种类及方法

依据GB 2763—2021中^[21]对茶叶中农药残留限量要求,本次调研主要选择监测茶叶生产和储藏过程中常用的,以及环境迁移可能会残留的15种农药,包括10种拟除虫菊酯类杀虫剂和5种有机氯类杀虫剂(表1)。

1.3 统计学处理

运用SPSS16.0进行数据的整理和描述性统计学分析。

2 结果

2.1 方法学参数及质量控制

采用GC-MS/MS进行方法学验证,并对110份茶叶样本进行含量测定。加标回收率试验采用3个浓度水平添加试验,每个浓度做6个平行。低水平加标回收样品上机检测信号为3倍基线噪音时的添加浓度为该方法的检出限,检测信号为10倍基线噪音时的添加浓度为方法的定量限。各化合物的MS/MS定性和定量离子对、碰撞能量和线性范围等参数详见表1,其方法检出限为2.0 μg/kg,定量限为6 μg/kg。3个不同水平加标样本中各目标化合物的加标回收率为60.98%~113.34%,相对标准偏差均小于10.73%(表2)。

2.2 茶叶多农残污染状况

110份茶叶样品中,除了六六六、腐霉利、滴滴涕、氟氰菊酯和氟胺菊酯未检出外,其余10种农药均有不同程度的残留,检出品种及其含量详见表3。联苯菊酯检出率最高(73.64%,平均含量0.346 mg/kg),其次是氯氟氰菊酯(66.36%,平均含量0.101 mg/kg)、氯氟氰菊酯(55.45%,平均含量0.040 mg/kg)和甲氰菊酯(39.09%,0.224 mg/kg)。整体而言,虽然样品中农残检出率较高,但其含量水平较低,超标率也低。参考GB 2763—2021规定的茶叶中农药最大残留限量(MRL)值,仅有2份红

表 1 15 种农药 GC-MS/MS 质谱学参数、线性范围及相关系数

Table 1 Mass spectrometric parameters, linear ranges and correlation coefficients of 15 pesticides

化合物	MS/MS 质谱学参数				线性范围 ($\mu\text{g/L}$)	相关系数 r
	离子对	碰撞能量/ eV	离子对	碰撞能量/ eV		
α -666	218.9>182.9	8	180.9>144.9	14	2~200	0.999 8
β -666	218.9>182.9	8	180.9>144.9	16	2~200	0.999 7
γ -666	218.9>182.9	8	180.9>144.9	16	2~200	0.999 8
δ -666	218.9>182.9	10	180.9>144.9	16	2~200	0.999 8
三氯杀螨醇	250.0>139.0	14	250.0>215.0	8	2~200	0.999 8
腐霉利	283.0>96.0	10	283.0>255.0	12	2~200	0.999 9
α -硫丹	338.9>160.0	18	194.9>160.0	8	2~200	0.999 7
p,p'-DDE	246.0>176.0	30	317.9>248.0	24	2~200	0.999 9
β -硫丹	338.9>160.0	18	194.9>160.0	8	2~200	0.999 9
p,p'-DDD	235.0>165.0	24	235.0>199.0	14	2~200	0.999 9
o,p'-DDT	235.0>165.0	24	237.0>165.0	24	2~200	0.999 9
p,p'-DDT	235.0>165.0	24	237.0>165.0	26	2~200	0.999 6
联苯菊酯	181.1>166.1	12	181.1>179.1	12	2~200	0.999 8
甲氧菊酯	265.1>210.1	12	181.1>152.1	22	2~200	0.999 9
氯氟氰菊酯(I, II)	197.0>141.0	12	208.0>181.0	8	2~200	0.999 6
氯菊酯(I, II)	183.1>168.1	14	183.1>153.1	14	2~200	0.999 9
氟氯氰菊酯(I, II, III, IV)	226.1>206.1	14	163.1>127.1	6	2~200	0.999 8
氯氰菊酯(I, II, III, IV)	181.1>152.1	22	163.1>127.1	6	2~200	0.999 8
氟氰戊菊酯(I, II)	199.1>157.1	10	157.1>107.1	12	2~200	0.999 9
氰戊菊酯(I, II)	419.1>225.1	6	225.1>147.1	10	2~200	0.999 7
氟胺氰菊酯(I, II)	250.1>55.0	20	250.1>200.0	20	2~200	0.999 9
溴氰菊酯(I, II)	252.9>93.0	20	180.9>151.9	22	2~200	0.999 9

表 2 茶叶中 15 种农药的加标试验回收率和重现性结果($n=6$)Table 2 Average recoveries and reproducibility of 15 pesticides in local tea samples ($n=6$)

化合物	加标 25 ng/g		加标 50 ng/g		加标 100 ng/g		化合物	加标 25 ng/g		加标 50 ng/g		加标 100 ng/g	
	回收率	RSD	回收率	RSD	回收率	RSD		回收率	RSD	回收率	RSD	回收率	RSD
	/%	/%	/%	/%	/%	/%		/%	/%	/%	/%	/%	/%
α -666	71.57	6.50	65.75	9.91	62.78	4.18	p,p'-DDT	82.13	4.77	60.98	5.23	71.22	1.01
β -666	61.51	4.14	70.77	10.73	68.15	4.27	联苯菊酯	94.14	6.46	98.06	9.21	91.81	5.22
γ -666	72.85	3.30	64.92	9.37	62.23	3.65	甲氧菊酯	102.72	2.24	105.14	2.56	109.30	2.94
δ -666	68.02	7.82	80.73	8.53	75.72	4.53	氯氟氰菊酯	104.08	4.32	89.93	7.43	93.72	3.67
三氯杀螨醇	80.33	9.68	70.82	10.15	70.16	2.34	氯菊酯	88.54	7.12	95.92	9.52	88.91	3.22
腐霉利	79.12	7.86	86.87	8.13	80.43	5.36	氟氯氰菊酯	86.77	8.07	92.06	3.06	103.61	3.73
α -硫丹	74.97	7.52	69.83	3.95	71.37	4.81	氯氰菊酯	81.04	3.86	94.54	9.52	93.53	3.77
p,p'-DDE	66.63	7.14	74.21	10.60	69.62	4.92	氟氰戊菊酯	83.22	5.22	94.97	8.93	94.85	3.74
β -硫丹	75.84	7.47	79.37	9.26	85.26	1.97	氰戊菊酯	89.47	4.43	91.89	10.46	93.92	5.06
p,p'-DDD	99.22	4.23	104.83	1.64	113.34	2.94	氟胺氰菊酯	101.91	5.86	108.72	4.73	108.34	5.02
o,p'-DDT	79.41	7.95	67.31	6.23	77.68	1.32	溴氰菊酯	91.57	3.84	93.53	5.96	82.53	1.56

注:氯氟氰菊酯、氯菊酯、氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、氟氰戊菊酯、氰戊菊酯、氟胺氰菊酯和溴氰菊酯均采用所有异构体峰面积的总和来定量

表 3 广东省本地茶茶叶样本中多组分农药残留水平及超标情况($n=110, \text{mg/kg}$)Table 3 Residue levels and exceeding ratios of multi-pesticides in local teas in Guangdong ($n=110, \text{mg/kg}$)

农药种类	最大残留限量 GB 2763—2021	农药残留含量					范围	检出率/%	超标率/%
		均值	P50	P95	P97.5	P99			
硫丹	10	0.012	0.004	0.063	0.075	0.136	ND~0.153	38.18 (42/110)	0.00
联苯菊酯	5	0.346	0.064	2.096	2.387	3.358	ND~4.077	73.64 (81/110)	0.00
甲氧菊酯	5	0.224	0.006	0.446	2.967	7.728	ND~8.358	39.09 (43/110)	1.82
三氯杀螨醇	—	0.004	0.001	0.017	0.036	0.051	ND~0.059	25.45 (28/110)	0.00
氯氟氰菊酯	15	0.040	0.004	0.276	0.389	0.584	ND~0.666	55.45 (61/110)	0.00
氯菊酯	20	0.002	0.001	0.009	0.014	0.024	ND~0.031	40.00 (44/110)	0.00
氯氰菊酯	20	0.101	0.006	0.401	1.199	1.974	ND~2.338	66.36 (73/110)	0.00
氟氰戊菊酯	20	0.001	0.000	0.009	0.009	0.058	ND~0.071	2.73 (3/110)	0.00
氰戊菊酯	0.1	0.018	0.000	0.016	0.030	0.774	ND~1.553	13.64 (15/110)	1.82
溴氰菊酯	10	0.003	0.001	0.011	0.021	0.050	ND~0.071	32.73 (36/110)	0.00

茶样本中氰戊菊酯超标和2份乌龙茶样本中甲氰菊酯超标。不同种类茶叶中农药残留种类及残留量略有不同(表4)。联苯菊酯在红茶、绿茶和乌龙茶

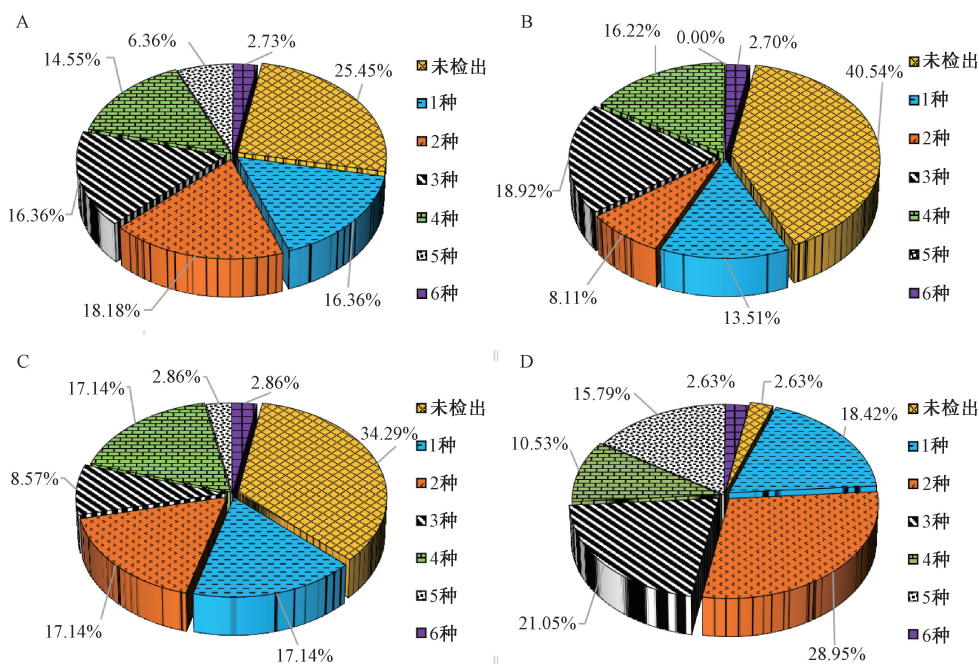
中检出率和含量均处于较高水平,以乌龙茶最为显著。乌龙茶中甲氰菊酯含量水平明显高于绿茶和红茶。

表4 广东省本地不同种类茶叶样本中多组分农药残留及超标情况(mg/kg)

农药种类	农药残留量-红茶(n=37)				农药残留量-绿茶(n=35)				农药残留量-乌龙茶(n=38)			
	均值	P50	范围	检出率/%	均值	P50	范围	检出率/%	均值	P50	范围	检出率/%
硫丹	0.018	0.005	ND~0.153	43.24	0.008	0.005	ND~0.076	28.57	0.009	0.005	ND~0.055	42.11
联苯菊酯	0.111	0.012	ND~0.916	56.76	0.309	0.022	ND~2.879	68.57	0.610	0.361	ND~4.077	94.74
甲氰菊酯	0.022	0.004	ND~0.446	27.03	0.027	0.005	ND~0.257	34.29	0.602	0.016	ND~8.358	55.26
三氯杀螨醇	0.001	0.000	ND~0.040	2.70	0.000	0.000	ND~0.013	5.71	0.009	0.004	ND~0.059	65.79
氯氟氰菊酯	0.063	0.005	ND~0.529	56.76	0.017	0.003	ND~0.163	45.71	0.040	0.006	ND~0.666	63.16
氯菊酯	0.001	0.000	ND~0.031	13.51	0.002	0.001	ND~0.010	34.29	0.004	0.003	ND~0.019	71.05
氯氰菊酯	0.065	0.004	ND~1.063	56.76	0.030	0.005	ND~0.268	51.35	0.201	0.010	ND~2.338	86.84
氟氰戊菊酯	ND	ND	ND	0.00	0.004	0.001	ND~0.071	8.57	ND	ND	ND	0.00
氰戊菊酯	0.050	0.001	ND~1.553	16.22	0.003	0.001	ND~0.031	20.00	0.000	0.000	ND~0.008	5.26
溴氰菊酯	0.004	0.004	ND~0.012	67.57	0.004	0.000	ND~0.071	20.00	0.001	0.000	ND~0.012	10.53

为了达到更好的防治效果,在农业种植和储藏过程中普遍存在多种农药混用的现象。如图1所示,结果表明:16.36%的茶叶样本只检出1种农药残留,49.09%的样本检出2~4种农药残留,9.09%的样本检出5种甚至6种农药残留。从不同茶叶种

类来看,红茶有40.54%的样本未检出目标农药,检出的样本主要含有1~4种农药残留;绿茶有51.43%的样本未检出或只检出1种杀虫剂残留;乌龙茶检出率最高,68.42%的样本同时检出了1~3种农药残留。



注:A. 总体样本; B. 红茶样本; C. 绿茶样本; D. 乌龙茶样本

图1 农药多残留情况在茶叶样品中的分布

Figure 1 The percentages of pesticide residues detected in local tea samples in Guangdong Province

2.3 多农残污染的地理分布特征

如表5所示,不同原产地茶叶中农药残留种类及其污染水平存在差异。进一步分析发现:整体而言,绝大部分农药在不同原产地茶叶样本中含量水平较低(如硫丹、三氯杀螨醇、氯氟氰菊酯、氯菊酯、氟氰戊菊酯和溴氰菊酯等),可能是由于环境土壤

残留迁移或茶叶种植过程中少量施用所致;其次,茶叶中联苯菊酯、甲氰菊酯和氯氟氰菊酯含量相对较高且存在地域性差异,原产地位于粤东地区(潮州和梅州)的污染水平较高,而原产地位于粤北(韶关和清远)和珠三角地区(肇庆)的污染水平相对较低,其中联苯菊酯和甲氰菊酯表现更为明显,提示

这 3 种农药是广东省主要施用品种且存在农药残留问题;此外,对于茶叶种植生产过程中的限用农药

氰戊菊酯,2 份原产地分别为韶关和清远地区的茶叶中氰戊菊酯含量超标,须引起关注。

表 5 不同原产地茶叶样本中多农残污染分布情况(mg/kg)

Table 5 Contamination and distribution of multi-residual pesticides in different original places (mg/kg)

农残种类	韶关(n=14)			清远(n=27)			潮州(n=38)			梅州(n=18)			肇庆(n=13)		
	均值	P50	极大值	均值	P50	极大值	均值	P50	极大值	均值	P50	极大值	均值	P50	极大值
硫丹	0.016	0.014	0.070	0.015	0.005	0.124	0.010	0.005	0.055	0.016	0.006	0.153	ND	ND	ND
联苯菊酯	0.153	0.016	1.562	0.110	0.011	0.916	0.690	0.403	4.077	0.358	0.242	2.879	0.026	0.015	0.119
甲氰菊酯	0.010	0.004	0.078	0.004	0.004	0.025	0.403	0.018	8.358	0.499	0.008	7.308	0.008	0.004	0.084
三氯杀螨醇	0.001	0.001	0.017	0.002	0.001	0.040	0.006	0.006	0.046	0.005	0.003	0.059	ND	ND	ND
氯氟氰菊酯	0.005	0.004	0.028	0.060	0.004	0.397	0.043	0.008	0.666	0.054	0.013	0.529	0.013	0.008	0.061
氯菊酯	0.001	0.001	0.003	0.001	ND	0.031	0.003	0.003	0.019	0.002	0.001	0.015	0.003	0.002	0.010
氯氟菊酯	0.021	0.004	0.081	0.040	0.004	0.401	0.167	0.012	2.338	0.185	0.016	1.244	0.001	0.001	0.013
氟氰戊菊酯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.010	0.002	0.071
氰戊菊酯	0.021	0.002	0.254	0.058	0.001	1.553	0.000	ND	0.004	0.004	0.002	0.031	0.001	0.001	0.014
溴氰菊酯	ND	ND	ND	0.005	0.005	0.012	0.001	0.001	0.012	0.001	0.001	0.006	0.009	0.002	0.071

3 结论与讨论

食品安全问题近年来尤为突出,茶叶中农药残留污染问题备受关注。本研究结果显示,广东省本地茶叶中存在着 10 种农药不同程度的残留,由于方法检出限较低,茶叶样本农药检出率偏高,但超标样本较少,总体合格率较高。对于国家禁止或停止使用的农药,如三氯杀螨醇、硫丹等有机氯类农药和在茶树上禁用的氰戊菊酯,其在茶叶样本中仍有部分检出,可能是由于环境污染土壤残留迁移转入所致。而对于其他种类的拟除虫菊酯类农药残留,则可能是茶树种植和存储过程中施用和环境迁移二者综合作用的结果。

通过与近年来文献报道我国不同省份地区茶叶多农残污染情况^[3-10]对比发现:其一,我国多个省份地区市售和/或主产茶区茶叶中均存在农药残留污染现象,如湖北省、陕西省、山东省、贵州省等,且联苯菊酯、甲氰菊酯、氯氟菊酯和氯氟氰菊酯是主要检出农药品种。其二,从污染水平来看,本研究中广东省本地茶叶中联苯菊酯、甲氰菊酯和氯氟菊酯污染水平与湖北省和陕西省相当,且低于山东省和贵州省;氯氟氰菊酯污染水平普遍低于其它省份。其三,不同省份茶叶中均存在着多种农药联合混用的情况,同时检出 5 种以上农残约占总样本量的 2.50%~7.00%,多农残污染问题值得关注^[22]。其四,随着仪器的更新换代,检测灵敏度的逐渐提高,茶叶中多组分农药的检出率较高,但整体而言,超标率很低,基本上都能满足 GB 2763—2021 限量要求,这表明我国在茶叶种植环节,茶农能够认真落实国家对于茶叶上农药的使用规范,个别茶农的科学用药意识仍需进一步加强。在后续的研究工作中,建议有关部门加强多农残联合污染的监测,

尤其是茶叶中通常检出的品种如联苯菊酯、甲氰菊酯和氯氟菊酯等的监控,并进一步规范农药在茶叶中的使用和管理,加强茶农科学用药意识,从源头上规范茶叶中的农药使用,以增强我国茶叶产品的国际竞争力。

参考文献

- [1] 朱凤玲. 2013—2017 年欧美日韩通报我国不合格茶叶信息汇总与评析[J]. 中国茶叶, 2018, 40(6): 4.
- [2] CAO P, YANG DJ, ZHU JH, et al. Estimated assessment of cumulative dietary exposure to organophosphorus residues from tea infusion in China[J]. Environ Health Prev, 2018, 23(1): 1-9.
- [3] 伊璠, 杨明, 聂懿, 等. 市售茶叶中 30 种农药残留与风险评估. 现代食品科技, 2019, 35(4): 250-257.
- [4] 田丽, 王玮, 王敏娟, 等. 陕西省市售茶叶中农药残留状况调查[J]. 现代预防医学, 2018, 45(8): 1395-1397.
- [5] 宫春波, 王朝霞, 董峰光. 烟台市市售茶叶中 12 种农药残留的监测及其健康风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(11): 4491-4495.
- [6] 余超, 李晓晶, 林晓华, 等. 2013-2015 年广州市市售普洱茶农药残留状况分析[J]. 华南预防医学, 2020, 46(1): 56-59.
- [7] 王微, 鄢人雨, 兰吉玉, 等. 黔东南州茶叶农药残留膳食摄入风险评估[J]. 茶叶科学, 2019, 39(5): 567-575.
- [8] 范定涛. 遵义市重点产茶区茶叶质量安全风险评估[J]. 农产品质量与安全, 2018, 6: 23-29.
- [9] 杨丽, 孙婷, 王宁, 等. 茶叶中拟除虫菊酯类农药残留量及累积暴露评估[J]. 中国城乡企业卫生, 2020, 35(9): 25-27.
- [10] 曾婷婷, 张伟, 付婷婷, 等. 重庆地区茶叶农药残留风险评估[J]. 南方农业, 2019, 13(1): 89-91.
- [11] AMIRAHMADI M, SHOEIABI S, ABDOLLAHI M, et al. Monitoring of some pesticides residue in consumed tea in Tehran market[J]. Iran J Environ Health, 2013, 10(1): 1-6.
- [12] KOIRALA P, RAJ N, PRAVA J, et al. Assessment of certain pesticide residues in Nepalese tea [J]. J Food Sci & Tec Nepal,

2008, 4: 31-33.

[13] 林虬, 张居德, 苏德森, 等. 福建省乌龙茶、红茶中部分农药残留及日摄入量评估[J]. 福建农业学报, 2013, 28(7): 718-721.

[14] YAQUB G, ILYAS F, IDREES M, et al. Monitoring and risk assessment due to presence of heavy metals and pesticides in tea samples[J]. Food Sci Tech, 2018, 38(4): 625-628.

[15] CHEN H P, HAO Z X, WANG Q H, et al. Occurrence and risk assessment of organophosphorus pesticide residues in Chinese tea [J]. Human & Ecological Risk Assessment An International Journal, 2016, 22(1): 28-38.

[16] FENG J, TANG H, CHEN D, et al. Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Tea Samples from China [J]. Hum Ecol Risk Assess, 2015, 21(1): 169-183.

[17] ALNAWASEH A, ARAR S, ALAWI MA. Health risk assessment of residual traces of organochlorine pesticides (OCPS) in infusions from different tea bags brands in jordanian market: gc/ecd with gc-ei/ms confirmation[J]. Fresen Environ Bull, 2021, 30(3): 2989-2997.

[18] LEE KG, LEE SK. Monitoring and risk assessment of pesticide residues in yuza fruits (Citrus junos Sieb. Ex Tanaka) and yuza tea samples produced in Korea [J]. Food Chem, 2012, 135(4): 2930-2933.

[19] 国家卫生健康委员会, 农业农村部, 国家市场监督管理总局. 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 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

[20] 朱盼, 万欢, 吕芬, 等. 气相色谱-负化学源-质谱法测定乌龙茶中拟除虫菊酯和有机氯农药多残留[J]. 中国食品卫生杂志, 2021, 33(4): 415-422.

[21] 国家卫生健康委员会, 农业农村部, 国家市场监督管理总局. 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.

[22] WANG P, WANG HP, XU MY, et al. Combined subchronic toxicity of dichlorvos with malathion or pirimicarb in mice liver and serum: a metabonomic study [J]. Food Chem Toxicol, 2014, 70: 222-230.

《中国食品卫生杂志》顾问及第五届编委会名单

顾问: 陈君石、黄璐琦、江桂斌、李林、沈建忠、吴清平、Jianghong Meng(美国)、Patrick Wall(爱尔兰)、Samuel Godefroy(加拿大)、Gerald Moy(美国)、Paul Brent(澳大利亚)、Marta Hugas(比利时)、Yukikko Yamada(日本)、Tom Heilandt(德国)、Andreas Hensel(德国)、Christopher Elliott(英国)、Christine Nelleman(丹麦)

主任委员: 卢江

副主任委员: 王竹天、李宁、孙长颢、王涛、谢剑炜、应浩、丁钢强、张峰、张永慧

主 编: 吴永宁

编 委(按姓氏笔画排序)

丁钢强(中国疾病预防控制中心营养与健康所)

于 洲(国家食品安全风险评估中心)

于维森(青岛市疾病预防控制中心)

马 宁(国家食品安全风险评估中心)

马会来(中国疾病预防控制中心)

马群飞(福建省疾病预防控制中心)

王 君(国家食品安全风险评估中心)

王 茵(浙江省医学科学院)

王 涛(浙江清华长三角研究院)

王 硕(南开大学医学院)

王 慧(上海交通大学公共卫生学院)

王永芳(国家卫生健康委员会卫生健康监督中心)

王竹天(国家食品安全风险评估中心)

王松雪(国家粮食与物资储备局科学研究院)

王晓英(中国动物疫病预防控制中心)

计 融(国家食品安全风险评估中心)

邓小玲(广东省疾病预防控制中心)

卢 江(中国疾病预防控制中心)

匡 华(江南大学食品学院)

应 浩(中国科学院上海营养与健康所)

张 丁(河南省疾病预防控制中心)

张 峰(中国检验检疫科学研究院)

张卫兵(南通市疾病预防控制中心)

张立实(四川大学华西公共卫生学院)

张永慧(广东省疾病预防控制中心)

张旭东(国家卫生健康委员会医院管理研究所)

张剑峰(黑龙江省疾病预防控制中心)

张朝晖(北京海关检验检疫技术中心)

张惠媛(北京海关检验检疫技术中心)

张遵真(四川大学华西公共卫生学院)

陈 波(湖南师范大学化学化工学院)

陈 颖(中国检验检疫科学研究院)

陈卫东(广东省市场监督管理局)

邵 兵(北京市疾病预防控制中心)

武爱波(中国科学院上海营养与健康所)

赵 舰(重庆市疾病预防控制中心)

赵云峰(国家食品安全风险评估中心)

赵贵明(中国检验检疫科学研究院)