

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20250403004

引用格式: 雷凯, 王建国, 范赛, 等. 2024年北京市通州区市售茶叶中农药残留调查与分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(14): 64-71.

LEI K, WANG JG, FAN S, *et al.* Investigation and analysis of pesticide residues in tea in Tongzhou District of Beijing in 2024 [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(14): 64-71. (in Chinese with English abstract).

2024年北京市通州区市售茶叶中农药残留 调查与分析

雷凯¹, 王建国¹, 范赛², 周少磊¹, 王芳¹, 魏玉霞¹, 籍术良^{1*}

(1. 北京市通州区疾病预防控制中心, 北京 101100; 2. 北京市疾病预防控制中心, 北京 101113)

摘要: **目的** 调查分析2024年北京市通州区市售茶叶中农药残留现状。**方法** 本研究使用气相色谱-串联质谱法(gas chromatography-tandem mass spectrometry, GC-MS/MS)对262份茶叶样品中17种农药残留进行检测分析。**结果** 通州区市售茶叶中农药残留检出率为96.56%, 其中虫螨腈的检出率最高(89.31%), 联苯菊酯次之(85.11%)。检出甲基对硫磷、甲胺磷2种禁用农药及氰戊菊酯、灭线磷2种限用农药, 4种禁限用农药均存在超标现象。另在5份样品中检出已淘汰农药六氯苯。残留特征分析显示, 75.57%的样品存在2~5种农药复合残留, 其中乌龙茶残留种类最多。6类茶叶超标率由高到低依次为: 白茶(12.20%)、乌龙茶(10.77%)、黑茶(8.11%)、绿茶(6.52%)、黄茶(5.88%)、红茶(1.79%)。不同售卖场所间农药检出率无显著差异($P>0.05$)。**结论** 北京市通州区市售茶叶农药残留检出率较高, 普遍存在复合污染特征, 但总体超标率较低(7.63%)。部分茶叶存在禁限用农药污染的可能, 有关部门应加强源头管控和日常监测, 保障茶叶质量安全。

关键词: 茶叶; 气相色谱-串联质谱法; 农药残留; 食品安全

Investigation and analysis of pesticide residues in tea in Tongzhou District of Beijing in 2024

LEI Kai¹, WANG Jian-Guo¹, FAN Sai², ZHOU Shao-Lei¹, WANG Fang¹,
WEI Yu-Xia¹, JI Shu-Liang^{1*}

(1. Beijing Tongzhou District Center for Disease Prevention and Control, Beijing 101100, China;
2. Beijing Center for Disease Prevention and Control, Beijing 101113, China)

ABSTRACT: Objective To investigate and analyze the current situation of pesticide residues in tea in Tongzhou District market of Beijing in 2024. **Methods** This study tested and analyzed 17 kinds of pesticide residues in 262 tea samples by using gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS). **Results** The detection rate of pesticide residues in tea in Tongzhou District was 96.56%. Especially, the detection rate of chlorfenapyr was the highest (89.31%) and bifenthrin was the second (85.11%). Furthermore, two kinds of prohibited pesticides

收稿日期: 2025-04-03

第一作者: 雷凯(1980—), 男, 副主任技师, 主要研究方向为理化检验。E-mail: leikai_cn@126.com

*通信作者: 籍术良(1983—), 男, 副主任技师, 主要研究方向为理化检验。E-mail: 563318861@qq.com

(methyl parathion and methamidophos) and 2 kinds of restricted pesticides (fenvalerate and ethoprophos) were detected. These 4 kinds of harmful pesticides exceeded the maximum residue limits. In addition, the obsolete pesticide hexachlorobenzene was detected in other 5 samples. The analysis of residue characteristics revealed that 75.57% of the samples had 2–5 kinds of compound residues, of which oolong tea had the most residues. There were 6 tea detected to have excessive pesticide residues. The exceedance rate in descending order was white tea (12.20%), oolong tea (10.77%), dark tea (8.11%), green tea (6.52%), yellow tea (5.88%), black tea (1.79%). There was no significant difference in pesticide detection rate among different markets ($P>0.05$).

Conclusion The detection rate of pesticide residues in tea in Beijing Tongzhou market is high, and complex pollution is common, but the overall over-standard rate is low (7.63%). The presence of prohibited and restricted pesticides in some samples highlights the need for stricter source control and routine monitoring by relevant authorities to ensure tea quality and safety.

KEY WORDS: tea; gas chromatography-tandem mass spectrometry; pesticide residues; food safety

0 引言

我国是公认的茶业大国, 茶园面积位居世界首位, 茶叶总出口量为全球第二, 绿茶出口量全球第一, 在全球茶叶市场中占据重要位置。2024 年 9 月 6 日起正式实施的 GB 31608—2023《食品安全国家标准 茶叶》是我国目前唯一一部茶叶产品的强制性食品安全国家标准, 它规定了茶叶的定义: 茶叶是以茶鲜叶为原料, 采用特定加工工艺, 供人们饮用或食用的产品, 包括绿茶、黄茶、黑茶、白茶、青茶(乌龙茶)、红茶, 及以上述茶叶为原料再加工的花茶、紧压茶、袋泡茶和粉茶; 同时对茶叶的感官要求、农药残留限量、食品添加剂等技术要求也做出了相关规定。标准的出台对规范我国茶叶市场、保证茶叶的食品安全、保护茶叶产业发展起到促进作用。

为避免病虫害对茶叶产量和质量的影响, 目前在种植过程中普遍采用的仍然是使用杀虫剂, 但杀虫剂的滥用和不规范使用不仅会导致茶叶中农药残留超标情况时有发生^[1-2], 也可能使土壤、水体等外部环境被污染从而对动物或者人体造成直接或间接的伤害^[3]。近年来, 由于不同国家和地区的农药最大残留限量标准和监管标准不同, 发达国家和地区对进口茶叶因农药残留问题而进行通报的情况时有发生^[4], 我国茶叶出口面临着严峻的形势^[5-6]。茶叶中农药残留的检测技术一直备受人们关注, 邵林等^[7]建立了测定茶叶中有机氯的气相色谱法, 朱颖洁等^[8]、郑坤明等^[9]、杜鑫等^[10]、陈思敏等^[11]建立了测定茶叶中农药残留的液相色谱-串联质谱法; 吴永慧等^[12]、吴汉彬^[13]、黄微等^[14]、谷瑞丽等^[15]、龚小丽等^[16]建立了测定茶叶中农药残留的气相色谱-串联质谱法(gas chromatography-tandem mass spectrometry, GC-MS/MS)。完善的检测手段也能保证茶叶中的微量农药残留能被准

确检测, 为农药残留污染状况的调研和改善提供充分的数据支持。

有研究表明, 茶叶产品中农药残留污染的情况在我国多个省份和地区均有存在, 如江西省 2023 年茶叶中 26 种农药残留检出率为 20.6%, 存在多种拟除虫菊酯类农药的联用情况^[17]; 青海省 2017—2019 年茶叶中 45 种农药残留检出率为 41.24%, 占比最高的是拟除虫菊酯类农药^[18]; 广西贺州 2020—2021 年茶叶中检出限用农药水胺硫磷、克百威^[19]; 湖南省 2021—2022 年茶叶中 24 种农药残留检出率为 50.3%, 主要为氯氟氰菊酯、联苯菊酯和甲氰菊酯^[20]; 浙江松阳县 2019—2022 年茶叶中噻嗪酮、甲氰菊酯、氯氟氰菊酯、联苯菊酯和吡蚜灵的检出率在 37.01%~61.23%之间^[21]; 贵州黔东南州 2021—2023 年 11 个产茶县的茶叶中农药复合残留的情况比较显著^[22]; 重庆地区茶叶中 47 种农药残留检出率为 54.05%^[23]; 湖北省 2018 年市售茶叶^[24]、2019—2021 年云南省本地茶叶^[25]和 2017—2020 年广东省本地茶叶^[26]中主要农药残留品种均为联苯菊酯; 2018—2022 年深圳市茶叶中农药残留状况调查中总体超标率为 3.75%^[27]; 2022—2023 年陕南地区(汉中、安康、商洛 3 市)茶叶农药残留检出种类以拟除虫菊酯和有机杂环类农药为主, 同时检出 3 种禁用农药和 4 种限用农药^[28]; 2017 年以来福建地区生产和流通环节的茶叶样品中农药残留整体超标率为 3.76%^[29]; 浙江温州 2022 年茶叶中 11 种农药残留总检出率为 71.9%, 检出禁用农药三氯杀螨醇^[30]。综合研究情况, 虽然我国各地区茶叶产品存在不同程度的农药残留污染, 但超标的情况仅为个例, 茶叶质量情况整体上仍然是安全的。

目前关于北京地区市售茶叶中农药残留的调查分析报道较少, 本研究通过对 2024 年北京市通州区市售茶叶中 17 种农药残留的污染情况进行调查分析, 为今后在茶叶类别和农药指标方面加强市场监管提供科学依据和数据支持, 并为消费者选购茶叶提供可靠参考。

1 材料与方法

1.1 样品来源及类型

茶叶样本随机购买于北京市通州区 5 家超市(42 份)、6 家品牌茶叶店(89 份)、6 家综合茶叶店(131 份), 共 262 份, 包括白茶 41 份, 黑茶 37 份, 红茶 56 份, 黄茶 17 份, 绿茶 46 份, 乌龙茶 65 份。

1.2 仪器和试剂

Agilent 7890A-7000B 气相色谱串联质谱仪[m/z 范围 10~1050 u, 分辨率 0.7~2.5 Da, 飞克级(10^{-15})灵敏度](美国安捷伦科技有限公司); SIGMA 3-18K 台式高速离心机(德国西格玛公司)。

萃取盐包(4 g $MgSO_4$ /1 g $NaCl$ /1 g 柠檬酸钠/0.5 g 柠檬酸氢二钠)(美国安捷伦科技有限公司); 乙腈、丙酮(色谱纯, 美国赛默飞世尔科技公司); 17 种农药标准品(质量浓度 100 mg/L, 农业部环境保护科研监测所)。

1.3 检测项目

有机磷类农药 6 种(甲胺磷、灭线磷、毒死蜱、甲基对硫磷、水胺硫磷、杀螟硫磷), 有机氯类农药 2 种(六氯苯、百菌清), 拟除虫菊酯类农药 6 种(联苯菊酯、甲氰菊酯、氯氰菊酯、氟氰戊菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯), 氨基甲酸酯类农药 2 种(丙硫克百威、腐霉利), 新型吡咯类化合物 1 种(虫螨腈)。

1.4 方法

1.4.1 样品检测

采用 GC-MS/MS 方法测定茶叶样品中 17 种农药残留。

所有样品平行测定, 并抽取 10% 的样品进行加标回收测定。

1.4.2 检测结果判定依据

检测结果依据 GB 2763—2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》判定。

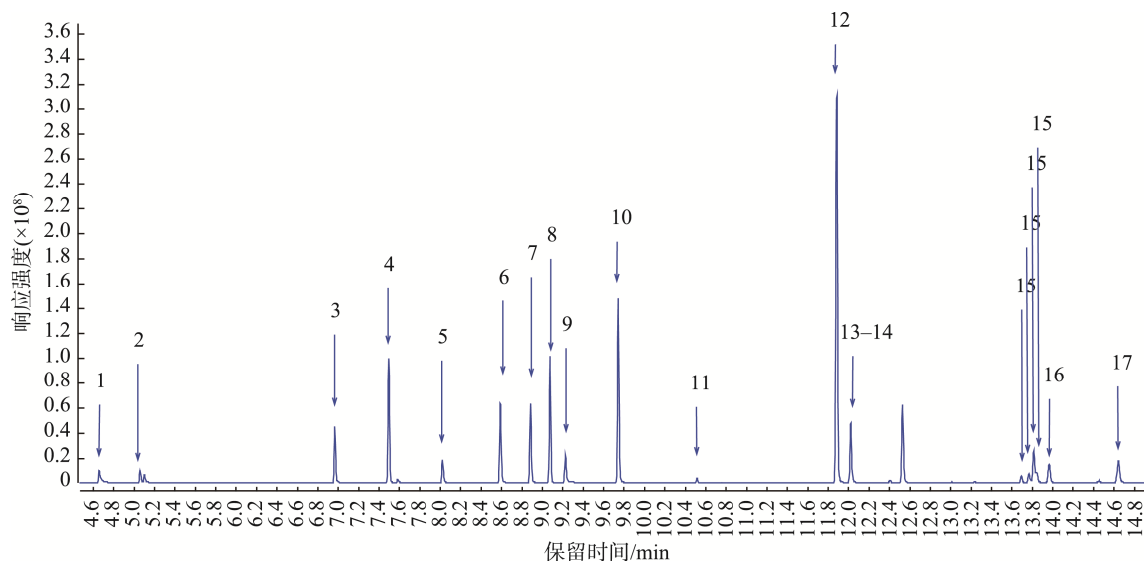
1.5 数据处理

采用 R 4.4.3 软件进行数据分析。计数资料以检出率(%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧), 以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 农药残留检测总体检出情况

17 种农药残留标准样品的总离子流图见图 1。262 份样品中, 除了丙硫克百威、杀螟硫磷和水胺硫磷外, 其余 14 种农药均有检出, 检出情况见图 2。检出率最高的是虫螨腈(89.31%), 其次是联苯菊酯(85.11%), 甲氰菊酯、氯氰菊酯、腐霉利和毒死蜱的检出率均在 30% 以上。GB 2763—2021 对丙硫克百威、腐霉利在茶叶中的最大残留限量未做出限定, 六氯苯自 2009 年 5 月 17 日起已在我国被禁止生产、流通、使用和进出口, 本研究对上述 3 种农药残留的超标率不做评价。虽然茶叶中农药残留检出率较高, 但整体的超标率并不高。值得注意的是, 根据农业农村部农药管理司《禁用农药名录》(2019) 的规定, 甲基对硫磷、甲胺磷属于禁用农药, 氰戊菊酯、灭线磷属于禁止在茶叶上使用的限用农药, 这 4 种禁用农药和六氯苯在本研究中均有检出且存在超标的情况。详见表 1。



注: 1. 甲胺磷; 2. 丙硫克百威; 3. 灭线磷; 4. 六氯苯; 5. 百菌清; 6. 甲基对硫磷; 7. 杀螟硫磷; 8. 毒死蜱; 9. 水胺硫磷; 10. 腐霉利; 11. 虫螨腈; 12. 联苯菊酯; 13. 甲氰菊酯; 14. 氯氰菊酯; 15. 氯氰菊酯; 16. 氟氰戊菊酯; 17. 氰戊菊酯。

图 1 17 种农药总离子流图

Fig.1 Total ion chromatogram of 17 kinds of pesticides

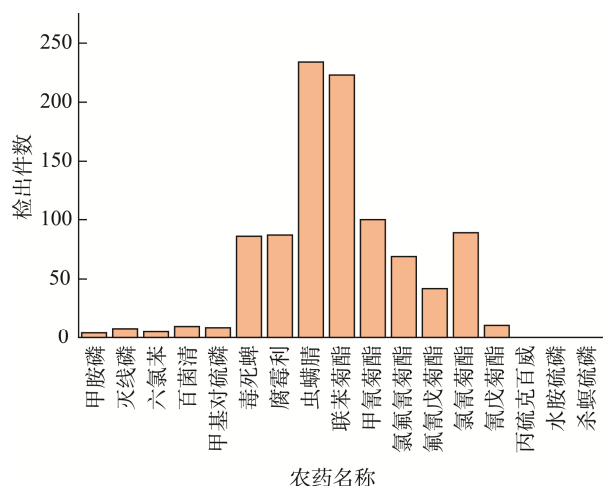


图 2 17 种农药在 262 份样品中的检出情况
Fig.2 Occurrence of 17 kinds of pesticides in 262 samples

2.2 不同种类茶叶农药残留检出情况

茶叶样品中检出 1 种及以上农药残留即为检出, 262 份样品中有 253 份检出了不同种类的农药残留, 样品总检出率为 96.56%, 农药残留情况在各种茶叶中普遍存在, 其中白茶和乌龙茶的检出率均为 100.00%。虫螨腈和联苯菊酯在不同种类的茶叶样品中都有较高的检出率, 甲胺磷、灭线磷、甲基对硫磷、氰戊菊酯这 4 种禁限用农药在 6 种茶叶样品中都有不同程度的检出, 并且前 3 者的检出含量都超过了最大残留限量标准。另外已淘汰的六氯苯在白茶、黑茶、绿茶和乌龙茶样品中也有检出。样本总体超标率(7.63%)水平较低, 白茶、乌龙茶的超标率相对较高(分别为 12.20%、10.77%), 红茶的超标率最低(1.79%), 超标的农药种类主要集中在禁限用农药。在允许使用的农药种类中, 262 份样品只有 4 份样品(1 份白茶,

表 1 北京市通州区市售茶叶农药残留污染情况(n=262)
Table 1 Pesticide residue contamination in tea samples from Tongzhou District, Beijing (n=262)

农药种类	茶叶中最大残留量/(mg/kg)	检出件数	检出率/%	超标件数	超标率/%	禁限用情况
甲胺磷	0.05	4	1.53	4	1.53	禁止使用
灭线磷	0.05	8	3.05	8	3.05	禁止用于茶叶
六氯苯	—	5	1.91	—	—	已淘汰
百菌清	10	10	3.82	0	0	
甲基对硫磷	0.02	9	3.44	9	3.44	禁止使用
毒死蜱	2	86	32.82	0	0	
腐霉利	—	87	33.21	—	—	
虫螨腈	20	234	89.31	0	0	
联苯菊酯	5	223	85.11	4	1.53	
甲氧菊酯	5	100	38.17	0	0	
氯氟菊酯	15	69	26.34	0	0	
氟氰戊菊酯	20	42	16.03	0	0	
氯氰菊酯	20	89	33.97	0	0	
氰戊菊酯	0.1	11	4.20	8	3.05	禁止用于茶叶
丙硫克百威	—	0	0	—	—	
水胺硫磷	0.05	0	0	0	0	禁止用于茶叶
杀螟硫磷	0.5	0	0	0	0	

注: —表示已淘汰农药和 GB 2763—2021 中未规定茶叶中最大残留限量的农药, 本研究不做超标评价, 下同。

1 份乌龙茶, 2 份绿茶)出现了联苯菊酯超标的情况。不同种类茶叶中农药残留检出率差异有统计学意义($\chi^2=12.635, P<0.05$)。检出率和超标率如表 2 所示, 17 种农药具体检出情况见表 3。

2.3 不同售卖场所农药残留检出情况

不同售卖场所茶叶农药残留检出率均大于 92%, 差异无统计学意义($\chi^2=3.48, P>0.05$), 说明通州区茶叶市场普遍存在农药残留检出率较高的情况。见图 3。

表 2 不同种类茶叶农药残留检出率和超标率

茶叶种类	检测件数	检出件数	检出率/%	超标件数	超标率/%
白茶	41	41	100.00	5	12.20
黑茶	37	35	94.59	3	8.11
红茶	56	55	98.21	1	1.79
黄茶	17	16	94.12	1	5.88
绿茶	46	41	89.13	3	6.52
乌龙茶	65	65	100.00	7	10.77
合计	262	253	96.56	20	7.63

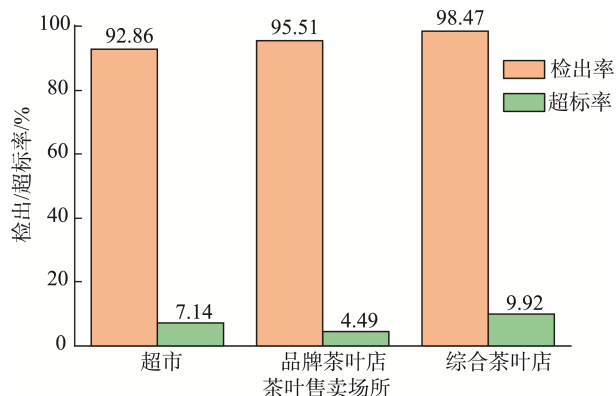


图 3 不同售卖场所茶叶样品农药残留检出率和超标率
Fig.3 Pesticide residue detection and exceedance rates in tea samples from different sales venues

2.4 农药复合残留情况

检测结果显示 6.49% 的样品检出 1 种农药残留, 75.57% 的样品检出 2~5 种农药, 14.50% 的样品检出 6 种及以上农药残留。乌龙茶中检出的农药种类最多, 2 份乌龙茶样品中检出的农药种类达到 12 种。检出情况见图 4。结果表明多种农药混用的情况在茶叶生产过程中比较常见。

进一步分析发现, 由于产地、种植和采摘要求的区别, 不同种类茶叶中的农药残留有所差异。乌龙茶的残留主要是虫螨腈、联苯菊酯、腐霉利、毒死蜱; 绿茶、黑茶的残留主要是虫螨腈、联苯菊酯、毒死蜱; 黄茶、红茶的残留主要是虫螨腈、联苯菊酯、甲氰菊酯; 白茶的残留主要是虫螨腈、联苯菊酯、甲氰菊酯、毒死蜱。

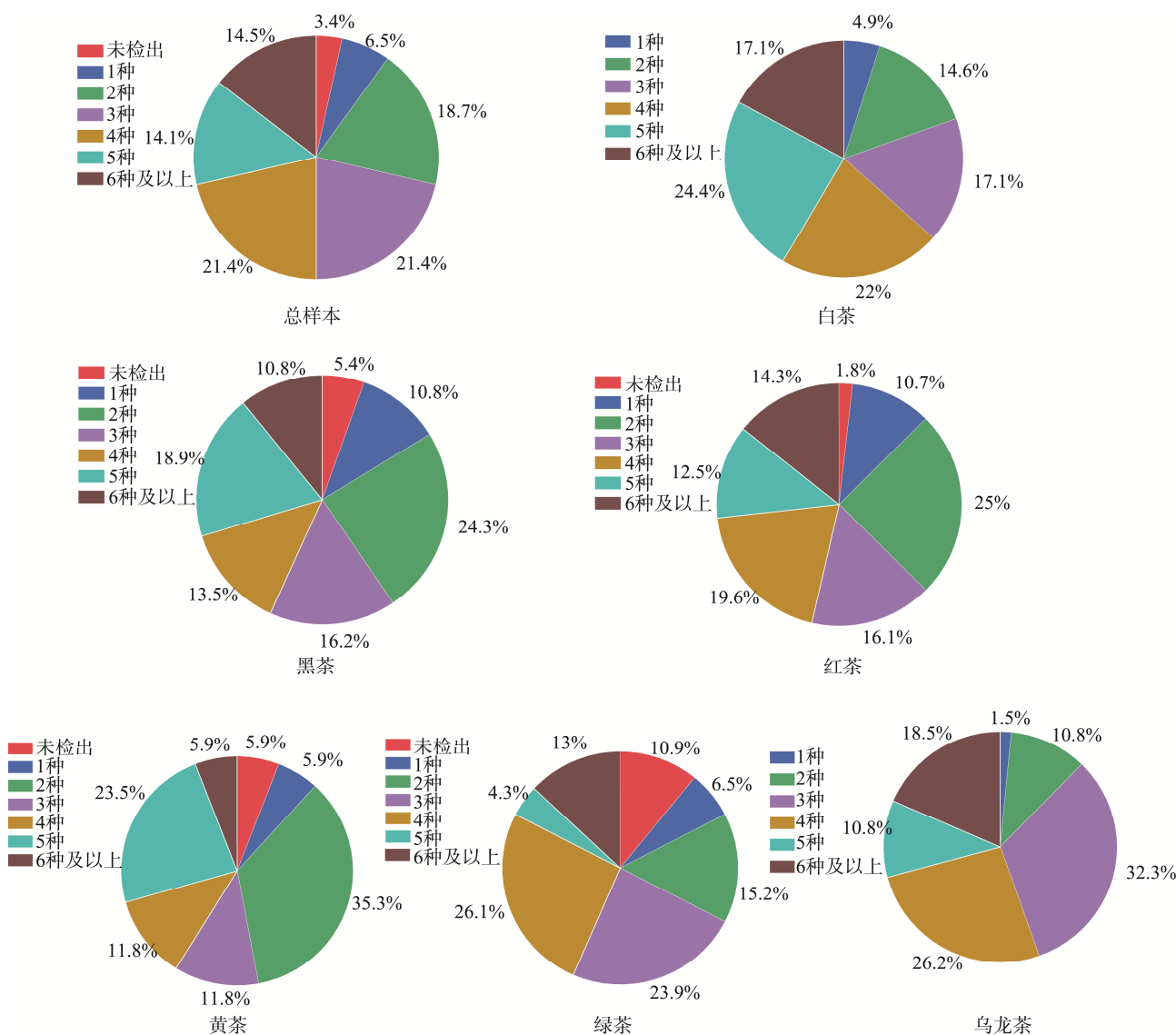


图 4 农药复合残留情况
Fig.4 Pesticide multi-residue profiles

3 讨论与结论

本研究结果显示, 2024 年北京市通州区 6 种市售茶叶中农药残留整体检出率为 96.56%, 超标率为 7.63%, 总体合格率较高。白茶和乌龙茶的检出率均达到 100.00%, 超标率位于 6 种茶叶样品中的第一和第二, 分别为 12.20%、10.77%。绿茶的检出率最低, 为 89.13%。262 份样品中检出的农药种类为 12 种, 其中检出率最高的是虫螨腈和联苯菊酯, 虫螨腈未有超标样品, 4 份样品中联苯菊酯的含量超出最大限量残留标准。通过对近年我国不同地区茶叶中农药残留污染情况文献报道的比较^[17-25], 拟除虫菊酯类农药尤其是联苯菊酯、甲氰菊酯、氯氟氰菊酯在我国茶叶种植过程中被广泛使用, 检出率相对较高, 本研究中拟除虫菊酯类农药的检出情况与此结果相符。虫螨腈属于一种新型的吡咯类杀虫、杀螨、杀线虫剂, 是无公害农产品病虫害防治的推荐农药品种, 已在多个国家登记, 广泛应用于果树、茶树、蔬菜、棉花等农作物。传统农药如有机磷、拟除虫菊酯的长期使用会使主要茶树害虫产生抗性, 而虫螨腈等新型农药具有区别于传统农药的作用机制, 能更有效地防治抗性种群。新型农药大多具有广谱性, 能对多种茶树害虫进行有效防治, 减少了多种农药混用的需求, 而且新型农药用量少, 起效快, 效果好, 能减少施用频次, 也能降低茶农的人工成本。随着农药管理政策和国际贸易中残留限量标准的日趋严格, 高毒性高残留的农药逐渐被禁用, 虫螨腈等新型农药显然更符合“高效低毒低残留”的政策导向。今后的茶叶市场监管中应将虫螨腈等新型农药和目前广泛使用的拟除虫菊酯类农药列为重点监测指标。腐霉利的检出率为 33.21%, 但 GB 2763—2021 未对其在茶叶中的使用限量做出规定, 因此相关部门有必要对腐霉利在茶叶中的使用进行安全性评价并制定相应的限量标准。

样品中检出的农药品种还包括 2 种禁用农药(甲基对硫磷、甲胺磷)、2 种限用农药(氰戊菊酯、灭线磷), 且均出现了超标情况, 另外自 2009 年已被淘汰的六氯苯也有检出。近年来茶叶中检出禁用农药屡见报道, 如沈欢等^[19]在 2020—2021 年广西贺州茶叶中检出水胺硫磷、克百威; 张婷等^[25]在 2019—2021 年云南省本地茶叶中检出氰戊菊酯; 朱盼等^[26]在 2017—2020 年广东省本地茶叶中检出三氯杀螨醇、硫丹、氰戊菊酯; 黄微等^[28]在 2022—2023 年陕南地区(汉中、安康、商洛 3 市)茶叶中检出六六六、滴滴涕、三氯杀螨醇、氰戊菊酯、水胺硫磷、氧化乐果、乐果; 任春风^[29]在 2017 年以来福建地区生产和流通环节的茶叶样品中检出三氯杀螨醇、硫丹、氰戊菊酯、水胺硫磷; 管克等^[30]在 2022 年浙江温州茶叶中检出三氯杀螨醇。禁用农药的检出可能是由于水体、土壤等外部环境的污染残留迁移到茶叶中导致, 也可能是因为茶园经营成本等经济利益驱动。另外, 监管难度大、使用新型农

药存在技术门槛、老茶农的认知误区等原因都可能导致禁用农药的小范围使用。这些情况不仅提示茶园应严格遵守禁用农药的使用规定并注意生态环境可能带来的污染, 也督促政府相关部门应提升检测技术, 加强对茶园种植生产过程中的监管, 建立相应的惩戒机制, 同时积极利用经济杠杆降低茶园经营成本, 并提供技术支持, 指导茶农规范用药, 不得违规使用禁用农药。

农药复合残留的情况比较明显, 90.08% 的茶叶检出 2 种及以上的农药残留, 主要集中在 2~5 种, 占比为 75.57%。GB 2763—2021 仅对单种农药做出了限量规定, 因此复合残留污染的情况应引起更多的关注, 在制定相关卫生标准的时候应考虑到复合残留污染对人体带来的健康风险。

综上所述, 2024 年北京市通州区市售茶叶农药残留检出率较高, 存在禁用农药超标和农药复合残留的情况, 白茶和乌龙茶的检出率和超标率相对较高。建议茶叶种植和生产企业要严格遵循规定, 合理使用农药; 政府相关部门应严格准入标准, 加强日常监管, 落实相关法律法规, 完善相关限量标准。多方努力共同保证消费者的权益和茶叶市场整体安全。

参考文献

- [1] 陈璐, 李怀平, 王顾希, 等. 6 类茶叶中 15 种农药残留过程中产生的基质效应研究[J]. 福建农业学报, 2024, 39(6): 720-728.
CHEN L, LI HP, WANG GX, *et al.* Study on matrix effects in the detection of 15 pesticide residues in 6 types of tea leaves [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2024, 39(6): 720-728.
- [2] 胡月, 宁亚婷, 黎洪霞, 等. 茶叶中手性农药残留分析与风险评估研究进展[J]. 茶叶科学, 2024, 44(3): 363-385.
HU Y, NING YT, LI HX, *et al.* Research progress in the residue analysis and risk assessment of chiral pesticides in tea [J]. *Journal of Tea Sciences*, 2024, 44(3): 363-385.
- [3] ANASTASSIADOU M, CHOI J, COJA T, *et al.* Cumulative dietary risk assessment of chronic acetylcholinesterase inhibition by residues of pesticides [J]. *EFSA Journal*, 2021, 19(2): 6392.
- [4] 杨方, 刘少明. 基于 RASFF 通报分析技术性贸易措施对商品茶出口贸易的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 15(23): 192-199.
YANG F, LIU SM. Impacts of technical trade measures on the export trade of commodity tea based on RASFF notification analysis [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2023, 15(23): 192-199.
- [5] 陈宗懋, 罗逢健, 周利, 等. 茶叶中农药残留和污染物管控技术体系构建及应用[J]. 茶叶科学, 2021, 41(1): 1-6.
CHEN ZM, LUO FJ, ZHOU L, *et al.* Innovation and application of control system for pesticide residues and contaminants in tea [J]. *Journal of Tea Sciences*, 2021, 41(1): 1-6.
- [6] 冯德建, 王智, 尹虹义, 等. 国内外茶叶中农药残留限量标准比对与对我国的建议[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(24): 207-219.
FENG DJ, WANG Z, YIN HY, *et al.* Comparison and suggestions for China on pesticide residue limit standards for tea in domestic and abroad [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2023, 14(24): 207-219.
- [7] 邵林, 刘晓云, 李福敏, 等. 多壁碳纳米管结合气相色谱-电子捕获检测法同时测定茶叶中 18 种有机氯类农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(20): 8136-8140.
SHAO L, LIU XY, LI FM, *et al.* Simultaneous determination of 18 kinds of organochlorine pesticide residues in tea by multi walled carbon nanotubes combined with gas chromatograph-electron capture detection [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2021, 12(20): 8136-8140.

- [8] 朱颖洁, 曹燕卿, 毛劼, 等. QuEChERS 前处理结合超高效液相色谱-串联质谱法同时检测茶叶中 14 种农药残留[J]. 食品工业科技, 2022, 43(12): 283-290.
ZHU YJ, CAO YQ, MAO J, *et al.* Determination of 14 pesticide residues in tea by QuEChERS combined with ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(12): 283-290.
- [9] 郑坤明, 林瑶, 吴晓萍, 等. 超高效液相色谱-质谱法测定茶叶中 4 种农药残留[J]. 农药, 2022, 61(10): 743-746.
ZHENG KM, LIN Y, WU XP, *et al.* Determination of 4 pesticides in tea by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Agrochemicals, 2022, 61(10): 743-746.
- [10] 杜鑫, 易珊珊, 何家国, 等. 快速过滤型净化结合超高效液相色谱-串联质谱法测定茶叶中 5 种农药残留量[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2024, 44(2): 54-60.
DU X, YI SS, HE JG, *et al.* Determination of 5 pesticide residues in tea by multi-plug filtration purification cleanup method combined with ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Journal of Yunnan Normal University (Natural Sciences Edition), 2024, 44(2): 54-60.
- [11] 陈思敏, 林腾奕, 李星星, 等. QuEChERS 结合液相色谱-串联质谱法检测茶叶中 34 种农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(2): 507-515.
CHEN SM, LIN TY, LI XX, *et al.* Determination of 34 kinds of pesticide residues in tea by QuEChERS combined with liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(2): 507-515.
- [12] 吴永慧, 邓云, 吕亚宁, 等. 羰基铁粉掺杂整体柱萃取-在线热解吸进样气相色谱-串联质谱法分析茶叶样品中拟除虫菊酯类农药残留[J]. 色谱, 2020, 38(8): 961-967.
WU YH, DENG Y, LV YN, *et al.* Thermal desorption sampling-gas chromatography-tandem mass spectrometry with a carbonyl-iron powder composite silica monolithic column for enrichment and determination of pyrethroid pesticide residues in tea samples [J]. Chinese Journal of Chromatography, 2020, 38(8): 961-967.
- [13] 吴汉彬. QuEChERS-气相色谱串联质谱法同时测定茶叶中 6 种农药残留[J]. 食品与机械, 2023, 39(6): 55-58, 111.
WU HB. Simultaneous determination of 6 pesticide residues in tea by QuEChERS-GC-MS/MS [J]. Food & Machinery, 2023, 39(6): 55-58, 111.
- [14] 黄薇, 马玉凤, 孟怡璐, 等. QuEChERS/气相色谱-串联质谱-内标前置法测定茶叶中 37 种农药残留[J]. 分析测试学报, 2022, 41(8): 1221-1228.
HUANG W, MA YF, MENG YF, *et al.* Determination of 37 pesticide residues in tea by gas chromatography-tandem mass spectrometry combined with QuEChERS and prepositive internal standard [J]. Journal of Instrumental Analysis, 2022, 41(8): 1221-1228.
- [15] 谷瑞丽, 刘霞丽, 宁亚萍, 等. 改良 QuEChERS-气相色谱-串联质谱法测定茶叶中 43 种农药残留[J]. 农产品质量与安全, 2023(6): 56-62.
GU RL, LIU XL, NING YP, *et al.* Determination of 43 pesticide residues in tea by modified QuEChERS coupled with gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Quality and Safety of Agro-products, 2023(6): 56-62.
- [16] 龚小丽, 刘鸿明, 胡银凤, 等. 气相色谱-串联质谱法同时测定茶叶中 5 种农药的残留量[J]. 农产品质量与安全, 2023(2): 64-68.
GONG XL, LIU HM, HU YF, *et al.* Simultaneous determination of 5 pesticide residues in tea by gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Quality and Safety of Agro-products, 2023(2): 64-68.
- [17] 欧阳红霞, 魏萌, 吁海超, 等. 江西省茶叶中 26 种农药残留分析调查[J]. 安徽化工, 2025, 51(1): 140-144.
OUYANG HX, WEI M, YU HC, *et al.* Analysis and investigation of 26 pesticide residues in tea in Jiangxi Province [J]. Anhui Chemical Industry, 2025, 51(1): 140-144.
- [18] 张倩, 郭学斌, 刘大晶, 等. 2017-2019 年青海省市售蔬菜、水果和茶叶中农药残留状况分析[J]. 医学动物防制, 2022, 38(4): 345-348, 353.
ZHANG Q, GUO XB, LIU DJ, *et al.* Analysis of pesticide residues in commercial vegetables, fruits and tea in Qinghai Province from 2017 to 2019 [J]. Journal of Medical Pest Control, 2022, 38(4): 345-348, 353.
- [19] 沈欢, 王蕾, 蒋潇, 等. 贺州市茶叶农药残留检测及风险评估[J]. 现代食品, 2022, 28(16): 218-220, 225.
SHEN H, WANG L, JIANG X, *et al.* Detection and risk assessment of pesticide residues in Hezhou tea [J]. Modern Food, 2022, 28(16): 218-220, 225.
- [20] 吴茜, 陈珉珉, 林仲仪. 湖南省市售茶叶中 24 种农药残留的检测与分析[J]. 茶叶学报, 2022, 63(3): 170-178.
WU Q, CHEN MM, LIN ZY, *et al.* Residues of 24 pesticides in teas marketed in Hunan Province [J]. Acta Tea Sinica, 2022, 63(3): 170-178.
- [21] 钱园凤, 潘瑛洁, 王月圆, 等. 松阳县 2019—2022 年茶叶质量安全监测分析[J]. 中国茶叶加工, 2023(2): 52-55.
QIAN YF, PAN YJ, WANG YY, *et al.* Quality and safety monitoring and analysis of tea at the Songyang market during 2019—2022 [J]. China Tea Processing, 2023(2): 52-55.
- [22] 王微, 胡毅, 刘文锋. 2021—2023 年黔东南州茶叶农药残留情况及风险分析[J]. 茶叶学报, 2024, 65(4): 79-84.
WANG W, HU Y, LIU WF. Status and risk assessment on pesticide residues in teas of Qiandongnan prefecture, 2021-2023 [J]. Acta Tea Sinica, 2024, 65(4): 79-84.
- [23] 田毅, 田霞, 王春林, 等. 市售茶叶中农药残留现状及膳食风险评估[J]. 食品工业, 2023, 44(11): 338-342.
TIAN Y, TIAN X, WANG CL, *et al.* Current situation of pesticide residues in tea and dietary risk assessment [J]. The Food Industry, 2023, 44(11): 338-342.
- [24] 伊翌, 杨明, 聂懿, 等. 市售茶叶中 30 种农药残留与风险评估[J]. 现代食品科技, 2019, 35(4): 250-257.
YI J, YANG M, NIE Y, *et al.* Monitoring and risk assessment of 30 kinds of pesticide residues in tea samples [J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(4): 250-257.
- [25] 张婷, 刘建辉, 李彦生, 等. 云南省本地产茶叶中拟除虫菊酯类农药残留情况及健康风险评估[J]. 职业与健康, 2023, 39(7): 908-913.
ZHANG T, LIU JH, LI YS, *et al.* Residues of pyrethroid pesticides in local tea from Yunnan Province and health risk assessment [J]. Occup and Health, 2023, 39(7): 908-913.
- [26] 朱盼, 万欢, 王晶, 等. 广东省本地产茶叶中 15 种农药残留污染状况调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(1): 69-74.
ZHU P, WAN H, WANG J, *et al.* Pollution status of 15 pesticides residues in local tea samples in Guangdong Province [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(1): 69-74.
- [27] 杨冬燕, 吕颖坚, 杨淋清, 等. 2018 年-2022 年深圳市市售茶叶中农药残留的监测与分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(8): 1009-1012.
YANG DY, LV YJ, YANG LQ, *et al.* Monitoring and analysis of pesticide residues in tea sold in Shenzhen City during 2018-2022 [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2023, 33(8): 1009-1012.
- [28] 黄薇, 李崇勇, 马玉凤, 等. 陕南地区茶叶农药残留状况调查与分析[J]. 现代食品, 2024, 30(5): 153-159.
HUANG W, LI CY, MA YF, *et al.* Investigation and analysis of pesticide residues in tea from southern Shanxi Province [J]. Modern Food, 2024, 30(5): 153-159.
- [29] 任春风. 茶叶中农药残留的检测及调查分析[J]. 广州化工, 2022, 50(21): 158-164.
REN CF. Study on detection of pesticides residue and metal pollutant in tea [J]. Guangzhou Chemical Industry, 2022, 50(21): 158-164.
- [30] 管克, 陈建业, 徐淑林, 等. 2022 年温州市瓯海区市售茶叶中 11 种农药残留检测及风险评估[J]. 实验室检测, 2023, 1(8): 38-44.
GUAN K, CHEN JY, XU SL, *et al.* Detection and risk assessment of 11 kinds of pesticide residues in tea from Ou Hai District of Wenzhou City in 2022 [J]. Laboratory Testing, 2023, 1(8): 38-44.

(责任编辑: 蔡世佳 于梦娇)