

信阳茶叶农药残留检测及其风险评估

王 晓^{1,2*}, 梁少茹³

(1. 河南省豫南茶树资源综合开发重点实验室, 信阳 464000; 2. 信阳市文新茶叶有限责任公司, 信阳 464000; 3. 信阳市农业科学院, 信阳 464000)

摘要: **目的** 了解信阳地区茶叶农药残留情况及其风险程度。**方法** 2013—2020年连续8年收集信阳地区茶叶样品132个,在同一年按照国家标准、农业行业标准等规定的农药测定方法进行测定。运用危害物风险系数法进行农残风险评估。**结果** 132个信阳茶叶样品中,检测出农药残留样品100个,农药残留检出率为75.76%,共检测到农药种类19种,农药残留超标率为0。危害物风险系数评估显示,噻虫啉、啮虫酰胺、呋虫胺存在高度风险。**结论** 信阳茶叶农药残留检出率较高,但其含量均在国家标准所规定的限量值内,整体处于安全水平。

关键词: 信阳茶叶; 农药残留; 检出率; 零超标; 高度风险

Detection and risk assessment of pesticide residues in Xinyang tea

WANG Xiao^{1,2*}, LIANG Shao-Ru³

(1. Key Laboratory for Integrated Development of Tea Tree Resources in South of Henan Province, Xinyang 464000, China; China; 2. Xinyang Wenxin Tea Co. Ltd., Xinyang 464000, China; 3. Xinyang Academy of Agricultural Sciences, Xinyang 464000, China)

ABSTRACT: To understand the situation and risk of pesticide residues in tea in Xinyang area. **Methods** From 2013 to 2020, 132 tea samples from Xinyang were continuously collected and tested in the same year according to the pesticide determination methods stipulated by national standards and agricultural industry standards. Hazardous material risk coefficient method was used to evaluate pesticide residue risk. **Results** Among 132 Xinyang tea samples, 100 pesticide residues were detected, and the detection rate of pesticide residues was 75.76%. A total of 19 kinds of pesticides were detected, and the pesticide residue exceeded standard rate was 0. Risk coefficient assessment of hazardous substances showed that thiamidacloprid, zoltranamide and dinotefuran had high risk. **Conclusion** The detection rate of pesticide residues in Xinyang tea is high, but the content of pesticide residues in Xinyang tea is within the limit value stipulated by national standards, and the overall level is safe.

KEY WORDS: Xinyang tea; pesticide residues; detection rate; zero exceeding standard; high risk

0 引言

信阳市茶园面积已达213.8万亩,茶叶产量达7.5万吨,总产值达130亿元,茶叶从业人员120万,带动超过10万人脱贫,茶产业在信阳地区脱贫攻坚、巩固脱贫成果

乃至乡村振兴中发挥着不可替代的作用。在茶树生长过程中,不可避免会遭受病、虫、草害的危害,信阳茶农为了经济效益,在茶叶病、虫、草害防治过程中,存在施用农药品种杂、施用频繁以及施用量大等问题。郭威扬^[1]在信阳茶区调查显示,虽然茶农具有安全使用农药的意识,但

*通信作者: 王晓, 硕士, 工程师, 主要研究方向为茶叶质量安全检测与分析。E-mail: 478290079@qq.com

*Corresponding author: WANG Xiao, Master, Engineer, Xinyang Wenxin Tea Co. Ltd., No.205, Zhongshan Road, shihe District, Xinyang 464000, China. E-mail: 478290079@qq.com

是实际生产活动中使用高毒农药的现象仍然存在。

随着食品质量与安全越来越受到消费者的重视,茶叶中农药残留问题引起了更多重视,我国茶叶对农药残留的限量标准^[2-4]与检测方法^[5]逐渐增多,此外,由于茶叶是我国重要的出口产品,欧盟、美国等进口国对茶叶农残的限量规定也已成为影响茶叶出口的重要因素^[6-8]。因此,对地区茶叶进行农药残留检测,探究茶叶质量安全问题已成为学者关注的热点。范定涛^[9]对遵义市重点茶区90份茶叶样品中甲胺磷等108种农药残留水平进行监测,检出农药残留样品46份,检出率为51.11%。曾婷婷等^[10]对重庆巴南、永川、万州等茶叶主产区县茶叶农药残留检测显示,农药残留检出率达63.6%。宫春波等^[11]研究显示,烟台市售茶叶中农药残留检出率为59.09%。鉴于各地区农药残留检出率普遍较高,且目前针对信阳茶叶农药残留研究并不多,因此有必要开展信阳地区茶叶产品农药残留检测分析与相关研究。本研究连续8年在信阳收集茶叶样品进行农药残留检测分析,并进行农药残留风险系数评价,探究信阳地区茶叶产品的安全程度与农药监管情况,以期为信阳地区茶叶中农药残留的治理提供有力的数据支撑。

1 材料与方法

1.1 样品来源

本研究连续8年收集信阳市茶叶主产区茶叶样品132个,其中信阳毛尖茶52个,信阳红茶80个,样品收集时间为2013—2020年每年的4~5月,每个年份样品数量为:2013年8个、2014年23个、2015年27个、2016年20个、2017年21个、2018年15个、2019年11个、2020年7个。

1.2 检测项目与方法

GB 2763《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》修订频繁,本研究样品均在采集年份按照同年所适用的国家标准^[12]中规定的涉茶农药项目、限定值完成检测与判定。所有年份累计检测农药项目共计65项。检测方法参照国家标准、农业部标准等规定方法进行测定。

甲氧菊酯、甲胺磷、氧乐果、甲拌磷、辛硫磷、敌百虫、毒死蜱、甲萘威、多菌灵、吡虫啉、氯菊酯、啶虫脒、杀螟硫磷、噻螨酮、灭线磷、特丁硫磷、硫环磷、丙溴磷、氯唑磷、啶螨醚、醚菊酯、内吸磷、噻虫胺、噻虫啉、噻虫嗪、杀螟丹、茚虫威、丁醚脒、噻嗪酮、氯氰菊酯和高效氯氰菊酯、吡蚜酮、氰戊菊酯和S-氰戊菊酯、吡唑醚菌酯、氟虫脒、克百威、灭多威按照GB 23200.13—2016《食品安全国家标准 茶叶中448种农药及相关化学品残留量的测定》规定的方法测定。六六六、滴滴涕、硫丹、三氯杀螨醇、溴氰菊酯、联苯菊酯、氟氰戊菊酯、乙酰甲胺磷、甲基对硫磷、水胺硫磷、苯醚甲环唑、哒螨灵、氟氯氰菊

酯和高效氟氯氰菊酯、氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯、西玛津、乙螨唑、锈去津按照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》规定的方法测定。除虫脲按照GB 23200.45—2016《食品安全国家标准 食品中除虫脲残留量的测定液相色谱-质谱法》规定的方法测定。草铵膦按照GB 23200.108—2018《食品安全国家标准 植物源性食品中草铵膦残留量的测定 液相色谱-质谱联用法》规定的方法测定。印楝素按照GB 23200.73—2016《食品安全国家标准 食品中鱼藤酮和印楝素残留量的测定液相色谱-质谱/质谱法》规定的方法测定。甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、啶虫脒按照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 液相色谱-串联质谱法》规定的方法测定。虫螨腈按照GB/T 23204—2008《茶叶中519种农药及相关化学品残留量的测定 气相色谱-质谱法》规定的方法测定。呋虫胺按照GB/T 20770—2008《粮谷中486种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》规定的方法测定。百草枯按照SN/T 0293—2014《出口植物源性食品中百草枯和敌草快残留量的测定 液相色谱-质谱/质谱法》规定的方法测定。草甘膦按照SN/T 1923—2007《进出口食品中草甘膦残留量的检测方法 液相色谱-质谱/质谱法》规定的方法测定。甲基硫环磷、百菌清按照NY/T 761—2008《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》规定的方法测定。氯噻啉按照T/CTMA 007—2020《茶叶中氯噻啉残留量的测定 液相色谱-质谱/质谱法》规定的方法测定。

1.3 风险评估方法

危害物风险系数(risk factor, R)是衡量一个危害物风险程度大小的最直观的参数。危害物风险系数能够简洁、直观、全面的表明抽检食品中的各种危害物危害程度的大小,甄别和锁定具有高度风险程度的危害物,明确检测项目重点以及安全监管的重心所在。本研究运用危害物风险系数法^[13]识别8年内65种农药残留的是风险程度,农产品中危害物风险系数计算公式如式(1)。

$$R = aP + \frac{b}{F} + S \quad (1)$$

式中: R -危害物风险系数; P -该种危害物的超标率; F -危害物的施检频率,由该种危害物检验次数除以样品总数求得; S -危害物的敏感因子; a 和 b 分别表示相应的权重系数。

现有数据库的数据分析表明,正常情况下,危害物超标率通常小于5%,而施检频率的取值界于0.1到1之间。为使风险系数 R 能准确和均衡地反映 P 和 F 的影响,在本次研究中,权重因子 a 的取值为100, b 取值0.1。根据目前该危害物在食品安全上受关注的敏感度和重要性,敏感因子 S 可以进行适当的调整。对国内外关注高的、新开检的危害物, $S=2$;对正常施检的危害物, $S=1$;对已经较少使用

的农药、关注度日益下降的危害物, $S=0.5$ 。本次 65 项农药残留均为正常施检危害物, 敏感因子 S 取值 1^[14]。

当 $R < 1.5$ 时, 为低度风险。当危害物无超标或阳性检出 ($P=0$), 且每次必检 ($F=1$) 时, $R=1.1$, 此时的风险程度最低。当 $1.5 < R < 2.5$ 时, 为中度风险。当危害物无超标或阳性检出 ($P=0$) 时, 施检频率 F 将介于 $0.067 \sim 0.2$; 当危害物每次必检 ($F=1$) 时, 其超标率或阳性检出率 P 将介于 $0.4\% \sim 1.4\%$ 。当 $R > 2.5$ 时, 为高度风险。即使当危害物无超标或阳性检出 ($P=0$), 而施检频率 F 小于 0.067 , 仍可认为危害物处于高度风险中。特殊情况时, 当 $F=0$, 即该危害物从未进行过监测, 此时的 R : 危害物的风险为无穷大。

2 结果与分析

2.1 检出率结果分析

在 132 个信阳茶叶样品中, 100 个样品被检出有农药残留, 检出率为 75.76%。各年份检出情况如表 1。

8 年中信阳茶叶农残检出率一直较高, 最高达到

87.5%, 最低 57.1%, 具体趋势图如图 1。

由图 1 可知, 信阳茶叶农药残留检出率整体趋势为在波动中有所下降, 2013—2017 年是第一个显著下降趋势, 2019—2020 年是第 2 个下降趋势, 2017—2019 年农药残留检出率虽有所上升, 但 2019 年检出率仍低于 2013 年水平, 因此, 信阳地区 2013—2020 年间茶叶农药残留检出率呈下降趋势, 但整体水平仍偏高。

2.2 检出农残含量及种类结果分析

GB 2763—2019 规定的 65 项涉茶农药残留中, 共检出农药残留 19 种, 按照 GB 2763 涉茶农残最大限量 (maximum residue limit, MRL) 标准, 全部样品农药残留量均无超标项, 样品农残超标率为 0, 证明信阳地区茶叶产品整体安全程度可靠。

2013、2014 年检出农药残留各 11 种, 2015、2016 年检出农药残留各 12 种, 2017、2018、2019、2020 检出农药残留各 9 种, 不同年份农药残留雷同项目较多。19 种农残不同年份平均值如表 2。

表 1 不同年份农残检出率情况
Table 1 Detection rate of pesticide residues in different years

年份	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
样品数量	8	23	27	20	21	15	11	7
检出农药残留数量	7	19	21	15	12	11	9	5
农药残留检出率/%	87.5	82.6	77.8	75.0	57.1	73.3	81.8	71.4

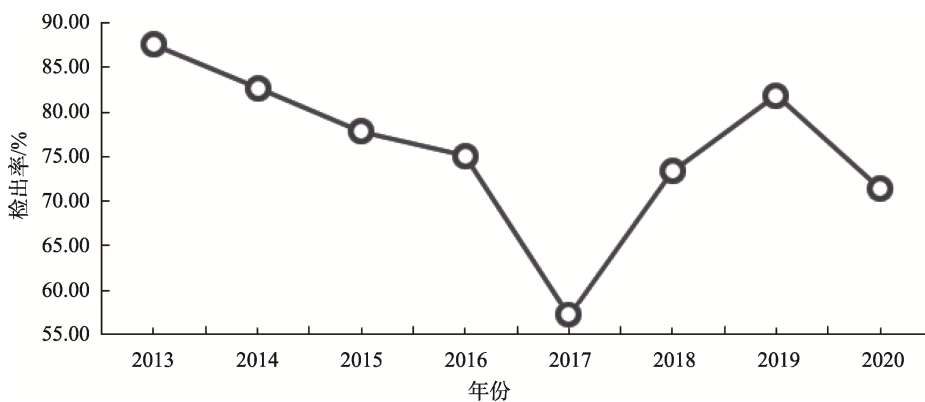


图 1 不同年份农残检出率趋势

Fig.1 Trend of pesticide residue detection rate in different years

表 2 19 种农药残留平均值随年份变化情况
Table 2 Variation of the mean residues of 19 pesticides with years

农药类别	农药残留平均值/(mg/kg)							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
多菌灵	0.001875	0	0	0	0	0	0	0
硫丹	0.005375	0.003696	0.001889	0	0	0	0	0
吡虫啉	0.157625	0.029565	0.035333	0.01435	0	0	0	0

表 2(续)

农药类别	农药残留平均值/(mg/kg)							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
哒螨灵	0.040625	0.008391	0.01237	0.01625	0	0	0	0
灭多威	0.042125	0.004174	0.036111	0.0024	0.004381	0	0	0
噻嗪酮	0.03075	0.008435	0.013185	0.01405	0.004238	0.0008	0	0
甲氧菊酯	0.00425	0.003783	0.002185	0.0128	0.002905	0.010667	0.004636	0
草甘膦	0	0.064826	0.005111	0.02385	0.048857	0.016933	0.068545	0
丁醚脲	0.03075	0	0.002741	0.00815	0	0.011867	0.033727	0.032857
联苯菊酯	0.053375	0.038957	0.02463	0.0415	0.005381	0.0078	0.010091	0.005571
氯氟氰菊酯和高效 氯氟氰菊酯	0.026625	0.009261	0.004519	0.01365	0.001381	0.004733	0.002636	0.007714
氯氟菊酯和高效氯氟 氯氟菊酯	0.037625	0.003966	0.009593	0.0217	0	0.0027333	0.004636	0.001571
噻虫嗪	0	0.006217	0.003407	0.11665	0.010476	0.060733	0.001909	0.01
噻嗪酮	/	/	0	0.01335	0.000857	0	0	0
克百威	/	/	/	/	0	0	0.001455	0
啶虫脒	/	/	/	/	0.045667	0.0524	0.004091	0.004143
噻虫啉	/	/	/	/	/	/	/	0.001714
啉虫酰胺	/	/	/	/	/	/	/	0.012571
呋虫胺	/	/	/	/	/	/	/	0.074857

注: 0 为未检出, / 表示该项目当年不在检测范围。

在本研究时间范围内, GB 2763 所规定的涉茶农药残留检测项目从 2013 年的 25 项增加至 2020 年的 65 项, 各年份检测项目按照标准规定有所不同。从表 2 中可以看出, 多菌灵、硫丹、吡虫啉、哒螨灵、灭多威、噻嗪酮、甲氧菊酯 7 种农药残留 2013 年开始出现, 随年份逐步消失。草甘膦从 2014 年开始被检出, 一直存在直至 2020 年消失。GB 2763—2014 增加 3 种涉茶农药残留中的噻嗪酮, 从 2015 年纳入检测范围, 2016 年首次检出, 2018 年消失。GB 2763—2016 增加 20 种涉茶农药残留中的克百威、啶虫脒从 2017 年开始检测, 分别在 2019、2017 年首次被检出, 其中克百威 2020 年消失, 啶虫脒一直存在。GB 2763—2019 增加 15 种涉茶农药残留中的噻虫啉、啉虫酰胺、呋虫胺在 2020 年首次检测即被检出。

对所有被检出的农药中自首次检出后至 2020 年一直存在的农药进行分析, 其中噻虫嗪、丁醚脲、联苯菊酯、氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯、氯氟菊酯和高效氯氟菊酯、啶虫脒这 6 种农药残留长期存在于信阳茶叶中, 其平均值随年份变化趋势如图 2 所示, 噻虫嗪、联苯菊酯、氯氟氰

菊酯和高效氯氟氰菊酯、氯氟菊酯和高效氯氟菊酯、啶虫脒虽然一直存在, 但是其平均值均在曲折中有下降趋势。丁醚脲则没有下降的趋势, 应引起重视。

综上所述, 信阳地区自 2013—2020 年农药使用均有变化, 一些中高毒的广谱杀菌剂、杀虫杀螨剂如多菌灵、硫丹、灭多威、以及拟除虫菊酯类农药正逐渐减少或消失, 转而被一些新型低毒农药如啉虫酰胺、呋虫胺等代替, 这表明近年来在农药监管、农药施用知识科普培训下茶农更加注重茶叶的质量安全问题。

2.3 风险分析

在本次研究中, 权重因子 a 取值为 100, b 取值为 0.1。无农药残留超标项, 所以农残超标率 P 为 0。敏感因子 S 取值为 1。因此, 农残风险系数计算公式如式(2)。

$$R = 100 * 0 + \frac{0.1}{F} + 1 \quad (2)$$

通过公式(2)计算 19 种农残风险系数, 得到近 8 年信阳茶叶农残风险系数见表 3。

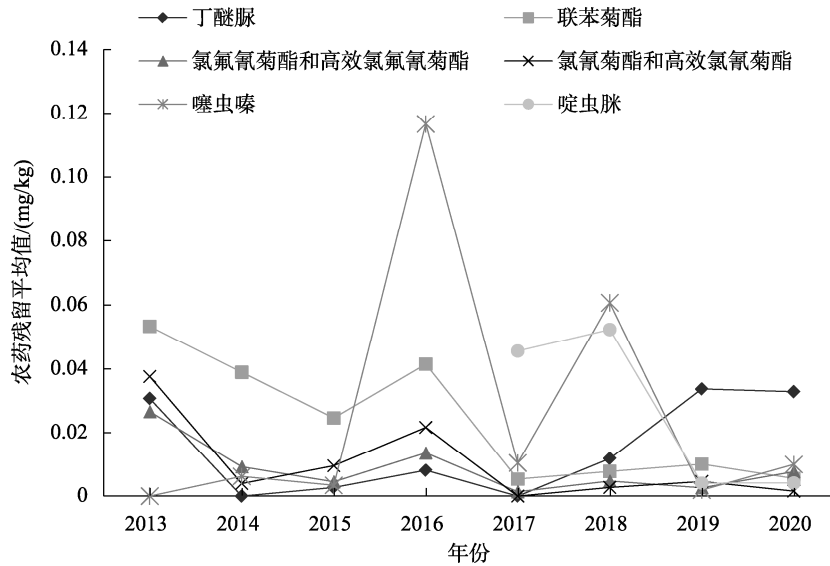


图 2 6 种农药残留平均值随年份变化趋势

Fig.2 Change trend of average value of 6 kinds of pesticide residues with year

表 3 茶叶样本中农药残留风险系数和风险程度

Table 3 Risk coefficient and risk degree of pesticide residues in tea samples

农药名称	样品总数	检验次数	施检频率 F	敏感因子 S	超标率 P	风险系数 R	风险程度
多菌灵	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
硫丹	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
吡虫啉	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
哒螨灵	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
灭多威	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
噻嗪酮	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
甲氰菊酯	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
草甘膦	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
丁醚脲	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
联苯菊酯	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
氯氰菊酯和高效氯氰菊酯	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
噻虫嗪	132	132	1	1	0	1.1	低度风险
噻嗪酮	132	101	0.77	1	0	1.13	低度风险
克百威	132	54	0.41	1	0	1.24	低度风险
啉虫脒	132	54	0.41	1	0	1.24	低度风险
噻虫啉	132	7	0.05	1	0	3	高度风险
啉虫脒	132	7	0.05	1	0	3	高度风险
啉虫脒	132	7	0.05	1	0	3	高度风险

由表 3 可知, 在 19 种农药残留中, 噻虫啉、啉虫酰胺、呋虫胺 3 种农残具有高度风险, 其余农药均处于低度风险水平。这 3 种农药残留是 GB 2763—2019 增加的限量项目, 检验频率低, 是风险系数高的主要因素。但在 GB 2763—2019 新增 15 项检测项目中, 这 3 种农药首次检测即被检出, 值得重点关注。

3 结 论

2013—2020 年的 132 个信阳茶叶样品中, 检测出农药残留的样品 100 个, 农药残留检出率为 75.76%, 在检测范围内的 65 种农药中检测到农药残留 19 种, 整体农药残留超标率为 0。本次研究结果与孙翠霞^[15]、付鹏钰等^[16]、李杉等^[17]调查研究结果相近, 表明信阳茶叶全部农药残留量均在国家规定范围内, 整体质量安全可靠。但信阳茶叶农药残留检出率长期偏高, 证明信阳地区茶园农药使用较为普遍, 需要加强农药的市场管理与用药指导。在检出的 19 种农药残留中, 经危害物风险系数评估显示噻虫啉、啉虫酰胺、呋虫胺 3 种具有高度风险。

在本研究时间范围内, 茶叶中所涉及的农残检测项目从 25 项增加至 65 项, 但信阳茶叶农残检出种类检出率并没有随之增加, 反而在曲折中下降。多菌灵、硫丹、吡虫啉、啉虫啉、啉虫啉、啉虫啉、啉虫啉等逐渐消失, 转而增加了新型农药啉虫啉、呋虫胺等, 这表明信阳农药施用的更迭。

4 建 议

4.1 信阳茶叶重点监测 9 种农药残留

在 65 种农药中, 近 8 年的信阳样品中仅检测到 19 种, 因此, 在实际监测、监管过程中建议减少对这些农药的检测力度, 把主要监测精力放在监测到的 19 种农药上尤其是新出现且处于高度风险的 3 种农药噻虫啉、啉虫酰胺、呋虫胺。此外, 噻虫啉、丁醚脲、联苯菊酯、氯氰菊酯和高效氯氟氰菊酯、氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯以及啉虫啉 6 种农药一直存在, 特别是丁醚脲残留量一直较高。

针对这 9 种农药, 一方面建议政府部门重点监管监测, 另一方面要加强对这 9 种农药的科学施用知识的普及, 避免因用药不当造成农药残留甚至超标。此外, 建议信阳加强生态茶园、绿色茶园、有机茶园建设技术的推广, 推荐高效低毒的生物农药, 并充分利用灯光诱杀、天敌捕杀等方式控制病虫害, 逐步实现农药的减施与更替。

4.2 科技工作者加快茶树农药残留实验与研究

尽管茶叶中中毒高残留农药通过禁用或替代技术等手段得到有效控制, 然而, 随着消费市场食品安全要求愈加严苛的形势, 例如欧盟等国对未在欧盟登记使用的农药实行零容忍态度, 一律以检出限最低检测限为标准, 因

此茶叶中的农药残留问题势必成为急需解决的严峻问题。农药降解研究是降低农药残留的重要手段和研究方向, 近年来针对农药在植物与环境中的降解研究已取得一些成果, 有实验研究证明一些植物源活性成分对有机磷农药降解效果显著^[18], 目前已有蔬菜瓜果农药降解酶生物制剂商品进入市场^[19], 通过实验已证明有生物农药降解剂对茶树上多菌灵、啉虫啉、吡虫啉、联苯菊酯、甲氰菊酯等 5 种农药有较好的降解作用^[20], 但目前针对茶树农药降解的研究整体不够深入, 远远达不到市场化水平。因此, 可针对茶树上普遍使用的农药, 通过物理、化学、生物等手段, 积极进行实验与研究, 制定降低残留方法, 以期开发出茶树适用的农药降解产品。

参考文献

- [1] 郭威扬. 政府引导下茶农农药使用行为的研究与分析基于信阳茶农的调查[J]. 农业经济, 2020, (9): 23–24.
GUO WY. Study and analysis on tea growers behavior of pesticide use under government guidance-based on a survey of tea growers in Xinyang [J]. Agric Eco, 2020, (9): 23–24.
- [2] 汪庆华, 王晨, 刘新. 我国茶叶标准的新变化[J]. 中国茶叶, 2018, 297(5): 30–33.
WANG QH, WANG C, LIU X. New changes in tea standards in China [J]. China Tea, 2018, 297(5): 30–33.
- [3] 陈红平, 王晨, 汪庆华, 等. 茶叶农药残留标准新增两种农药[J]. 中国茶叶, 2019, 41(1): 48–50.
CHEN HP, WANG C, WANG QH, et al. Two new pesticides were added to the standard of pesticide residues in tea [J]. China Tea, 2019, 41(1): 48–50.
- [4] 汪秋红, 傅尚文. 茶叶(含茶制品和茶代用品)国家标准、行业标准和地方标准 2017 年度变化汇总[J]. 中国茶叶, 2018, (8): 21–23.
WANG QH, FU SW. Summary of changes in national, industrial and local standards of tea (including tea products and tea substitutes) in 2017 [J]. China Tea, 2018, (8): 21–23.
- [5] 陆小磊, 周卫龙. 中国茶叶农药残留检测方法标准概述[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(5): 1548–1553.
LU XL, ZHOU WL. Overview of Chinese determination standards of pesticides residues in tea [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(5): 1548–1553.
- [6] 焦知岳, 赵凌云. 欧盟茶叶农药残留限量措施对中国茶叶出口的影响及对策[J]. 世界农业, 2015, (6): 132–136.
JIAO ZY, ZHAO LY. Effects and countermeasures of EU tea pesticide residue limitation measures on Chinese tea export [J]. World Agric, 2015, (6): 132–136.
- [7] 焦彦朝, 李志, 徐孟怀, 等. 国内外茶叶农药最大残留限量标准比较分析[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2019, 32(3): 7–12.
JIAO YC, LI Z, XU MH, et al. Comparative analysis of maximum residue limit standards for tea pesticides at home and abroad [J]. J Sichuan Univ Sci Eng (Nat Sci Ed), 2019, 32(3): 7–12.
- [8] 丁亦男, 童小麟, 赖国银, 等. 国内外茶叶农药残留限量标准与出口茶叶安全研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(23): 8140–8145.
DING YN, TONG XL, LAI GY, et al. Study on the limit of pesticide residue of tea and the safety of exported tea at home and abroad [J]. J

- Food Saf Qual, 2019, 10(23): 8140–8145.
- [9] 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, (8): 23–29.
FAN DT. Risk assessment of tea quality and safety in key tea-producing areas of Zunyi city [J]. Qual Saf Agro-Prod, 2018, (8): 23–29.
- [10] 曾婷婷, 张伟, 付婷婷, 等. 重庆地区茶叶农药残留风险研究[J]. 南方农业, 2019, 13(1): 89–91.
ZENG TT, ZHANG W, FU TT, *et al.* Study on pesticide residue risk of tea in Chongqing area [J]. South China Agric, 2019, 13(1): 89–91.
- [11] 宫春波, 王朝霞, 董峰光. 烟台市售茶叶中 12 种农药残留的监测及其健康风险评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(11): 4491–4495.
GONG CB, WANG ZX, DONG FG. Monitoring and risk assessment of 12 kinds of pesticide residues in tea samples sold in Yantai [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(11): 4491–4495.
- [12] 刘刚. 《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》2016 版发布[J]. 农药市场信息, 2017, (2): 10.
LIU G. 2016 release of maximum residue limits of pesticides in food of national standards for food safety [J]. Pest Market Inf, 2017, (2): 10.
- [13] 秦燕, 李辉, 李聪. 危害物的风险系数及其在食品检测中的应用[J]. 检验检疫科学, 2003, 13(5): 13–14.
QIN Y, LI H, LI C. Risk coefficient of hazardous substances and its application in food detection [J]. Qual Saf Inspect Test, 2003, 13(5): 13–14.
- [14] 沈佳蓝, 李广, 李翥. 农产品质量安全风险评估方法及风险管控对策探析[J]. 现代食品, 2020, (7): 131–132.
SHEN JL, LI G, LI Z. Risk assessment method and risk control measures of agricultural product quality and safety [J]. Mod Food, 2020, (7): 131–132.
- [15] 孙翠霞. 2015 年河南省市售茶叶中 11 种农药检测结果分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2016, 26(17): 2551–2552.
SUN CX. Analysis of the detection results of 11 pesticides in tea sold in Henan in 2015 [J]. Chin J Health Lab Tec, 2016, 26(17): 2551–2552.
- [16] 付鹏钰, 李杉, 杨丽, 等. 河南省茶叶中重金属污染和农药残留状况调查分析[J]. 河南预防医学杂志, 2018, 29(9): 651–653.
FU PY, LI S, YANG L, *et al.* Investigation and analysis of heavy metal pollution and pesticide residue in tea of Henan province [J]. Henan J Prev Med, 2018, 29(9): 651–653.
- [17] 李杉, 袁蒲, 周昇昇, 等. 2016 年河南省茶叶中农药残留情况调查分析[J]. 中国卫生标准管理, 2017, (9): 7–9.
LI S, YUAN P, ZHOU SS, *et al.* Analysis of pesticide residues in tea of Henan province in 2016 [J]. China Health Standard Manage, 2017, (9): 7–9.
- [18] 张同心, 李慧冬, 张洪启. 植物源活性成分对有机磷农药的降解效果研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(1): 135–138.
ZHANG TT, LI HD, ZHANG HQ. Botanical active components degrades organ phosphorus pesticides [J]. Chin Agric Sci Bull, 2020, 36(1): 135–138.
- [19] 刘建利. 有机磷农药降解酶的研究进展[J]. 广东农业科学, 2010, (1): 60–64.
LIU JL. The development of organophosphorus pesticides hydrolase [J]. Guangdong Agric Sci, 2010, (1): 60–64.
- [20] 刘超, 邱碧丽, 段丽娜, 等. 战氏生物农药残留降解剂对茶树中 6 种农药残留降解效率的研究[J]. 农产品质量与安全, 2020, (1): 49–52.
LIU C, QIU BL, DUAN LN, *et al.* The effect of Zhanshi biological pesticides degradation agent on degradation efficiency of 6 pesticides in tea trees [J]. Qual Saf Agro-prod, 2020, (1): 49–52.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



王 晓, 硕士, 工程师, 主要研究方向为茶叶质量安全检测与分析。
E-mail: 478290079@qq.com