

茶树害虫抗药性及抗性机制研究进展

周铁锋¹, 杨青², 毛宇骁¹ (1. 杭州市农业科学研究院, 浙江杭州 310024; 2. 浙江省杭州市富阳区农技推广中心, 浙江富阳 311400)

摘要 结合当前茶树主要害虫抗药性产生的现状, 概述了当前国内外对茶树害虫抗药性研究情况, 介绍了害虫抗药性机理的研究方法, 并展望了今后茶树害虫抗药性及抗性机制研究方向。

关键词 茶树害虫; 抗药性; 抗性机理

中图分类号 S435.711 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-199-02

Research Advances of Drug Resistance of Tea Plant Pests and Its Resistance Mechanism

ZHOU Tie-feng¹, YANG Qing², MAO Yu-xiao¹ (1. Hangzhou Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, Zhejiang 310024; 2. Fuyang District Agro-technical Extension Service Center of Hangzhou City in Zhejiang Province, Fuyang, Zhejiang 311400)

Abstract Combined with drug resistance status of main pests of tea plants, researches about drug resistance of tea plant pests at home and abroad currently were reviewed, study methods for drug resistance mechanism were introduced, and research direction of tea plant pests drug resistance and resistance mechanism was forecasted.

Key words Pest of tea plant; Drug resistance; Resistance mechanism

茶树害虫是茶叶生产的重要制约因素之一, 为减少茶树害虫造成的损失, 茶农会采取诸如农业防治、物理防治等多种防治措施, 其中化学防治以其作用迅速、见效快、防效好、简便易行而被普遍采用, 也为茶叶的优质高产起到了重要作用, 但在防治过程中许多茶农普遍存在长期使用单一农药品种、滥用农药、施药次数过频、农药用量过大等问题, 促使害虫产生了抗药性。而反复用药、施重药不仅浪费人力、财力、物力, 同时也带来了茶园生态系统的破坏和对茶叶的污染。因此, 研究茶树害虫的抗药性对于促进茶树害虫综合治理具有重要意义。

目前, 国内外对茶树害虫的研究多集中在生态学、生物学和防治方面(包括生物防治和化学防治), 内容主要涉及茶树害虫的形态特征、生态分布、取食和危害特征、消长规律变化、天敌种类及对其的控制效果、生长发育与温湿度的关系、生态因子和食料对其影响、农药药效试验以及防治效果的测定等^[1-19], 但少见关于茶树害虫抗药性及抗性机理的研究报道。鉴于此, 笔者介绍了目前国内外关于茶树害虫抗药性及抗性机理的研究进展, 旨在为促进茶树害虫综合治理提供参考。

1 茶树害虫的抗药性研究

昆虫抗药性是指昆虫具有耐受某种药剂杀死的能力^[20]。自1908年美国的Melander首次发现梨圆蚧对石硫合剂有抗药性以来, 害虫抗药性事例逐年增加, 特别是20世纪70年代以来, 害虫对常用杀虫剂的抗性产生很快。据不完全统计, 目前已有600多种害虫对1种或几种杀虫剂产生了一定的抗性^[21]。就杀虫剂而言, 继DDT之后, 有机合成杀虫剂中有机氯类、有机磷类、氨基甲酸酯类及拟除虫菊酯类的杀虫剂相继都产生了抗性^[22], 就连目前新开发的氯化烟碱类杀虫剂吡虫啉^[23]、生物农药阿维菌素^[24]、苏云金杆菌

(Bt)^[25]、苯甲酰基脲类杀虫剂啶虫隆^[26]、苯并吡唑类杀虫剂氟虫脲等^[27]也都有抗性产生的报道。

茶园中常用农药主要有菊酯类农药(溴氰菊酯、联苯菊酯、三氟氯氰菊酯、氯氰菊酯等)、有机磷农药(敌敌畏、辛硫磷)、烟碱类农药(吡虫啉)、杀螨剂(克螨特、速螨酮)、植物源农药(苦参碱、鱼藤酮)和Bt等, 相对于水稻、蔬菜等大众作物, 茶园中可用于防治害虫的药剂极少, 茶农防治时选择空间较小, 从而导致茶农在防治时长期单一连续使用同一类农药甚至同一种杀虫剂, 进而导致害虫抗药性增强, 防效显著下降, 害虫连年暴发。在杭州部分茶区(余杭、西湖)及邻近茶区(安吉)调查发现, 茶尺蠖对菊酯类农药、假眼小绿叶蝉对吡虫啉的抗性极为突出。如防治假眼小绿叶蝉的10%吡虫啉, 原来用量为300 g/hm²即可起到较好的控制效果, 现在部分茶农用量提高到1 500 g/hm², 防效仍不佳。有些茶农即便改用德国拜耳公司新开发的70%吡虫啉水分散制剂(艾美乐), 其用量也高达75 g/hm², 防效也不理想。防治茶尺蠖的2.5%联苯菊酯(天王星), 其10年前的使用推荐用量为300~450 ml/hm², 而目前用的10%联苯菊酯(金标天王星), 其用量也高达300~450 ml/hm², 用量相当于提高了4倍, 但仍不及10年前的防效。无论是茶农还是农技推广人员, 对茶树害虫的抗药性都有直观的感受, 但由于种种原因, 目前茶树害虫抗药性研究的报道很少。

日本曾有文献报道茶橙瘦螨对有机磷、拟除虫菊酯有抗性, 并进一步研究发现茶橙瘦螨对有机磷农药的抗性与酯酶活性增强有关^[28]。王念武等^[29-30]通过测定各地假眼小绿叶蝉的LC₅₀值, 再结合比较相对敏感品系, 得出阿克泰的抗性达到13.3倍, 莫比朗的抗性达到10.1倍, 吡虫啉的抗性达到6.7倍, 啶虫脒的抗性达到6.9倍。通常研究认为抗性倍数达到5倍以上即被认为产生抗性, 那么阿克泰、莫比朗、吡虫啉、啶虫脒在福州、福安、寿宁均已产生一定程度的抗性。徐德良等^[15]采用点滴法测定了不同测试点采集的茶尺蠖种群的3龄幼虫对敌杀死、天王星、赛丹3种农药的抗性。结果表明, 测定茶区的茶尺蠖对敌杀死普遍产生抗性, 其中宜兴、

基金项目 浙江省自然科学基金项目(LQ16C16001); 国家茶产业技术体系项目(CARS-23)。

作者简介 周铁锋(1978-), 男, 浙江慈溪人, 高级农艺师, 硕士, 从事茶树植保研究。

收稿日期 2015-11-26

溧阳茶区的抗性水平最高,达到 18.2~19.5 倍,金坛、句容茶区抗性水平较低,为 6.1~9.6 倍,而溧水、苏州茶区则抗性不明显,仅为 3.2~3.5 倍。段丽霞等^[31]研究表明,贵州省安顺、黔南、黔西南等地茶区的主要害虫小绿叶蝉、茶绿盲蝽、茶尺蠖等对乐果、敌敌畏、辛硫磷等常用农药的耐药性明显增强,施药浓度由原来的 1 500~2 000 倍提高到目前的 500~800 倍,仅春季茶期间的喷药次数高达 6 次,防效反而由过去的 95% 以上下降到目前的 80% 左右。部分茶区的多种害虫对近年普遍使用的敌杀死、来福灵、功夫等拟除虫菊酯类农药也表现出不同程度的抗性。

2 茶树害虫抗性机理研究

受茶叶产业规模等影响,从事茶树病虫害研究的人员较少,对茶树害虫抗药性及机理研究的人员则更少,根据国内文献检索,目前关于茶树害虫抗药性机理的研究尚未见报道。害虫产生抗药性的原因较多,通常分为行为抗性、生理抗性和生化抗性(或代谢抗性)^[20],其中代谢增强所产生的抗性主要涉及三大类酶系,分别为细胞色素 P450 单加氧酶介导的多功能氧化酶(MFO)、酯酶(ESTs)和谷胱甘肽-S-转移酶(GSTs)^[32]。目前,测定害虫抗药性的技术大体也有 2 类:一类是生物测定技术,以完整个体的昆虫活体作为测试对象,评价杀虫剂对昆虫的毒性;另一类是离体生化测定技术,包括测定酶活性或昆虫体内抗药性基因特定 DNA 序列的性质和数量^[33]。最容易、最快地初步了解可能的抗药性机理方法是应用杀虫剂增效剂的方法^[34]。增效剂能够大幅度提高杀虫剂毒性,通过简单比较加与不加增效剂情况下的抗药性指数(即抗与感品系 LD_{50} 值之比)来测定增效剂在克服抗性中发挥的作用。目前,研究中常见的增效剂有:多功能氧化酶抑制剂胡椒基丁醚(PBO);无毒的有机磷酸酯抑制剂,如磷酸三苯酯 TPP(O, O, O-三苯基磷酸酯)及脱叶磷 DEF(S, S, S-三丁基磷酸三硫酯,一种棉花脱叶剂);谷胱甘肽-S-转移酶抑制剂 DEM 等^[35]。

3 结语

多年来,由于防治茶树害虫的防治药剂选择性极小,长期、单一、大规模地使用相似药剂防治,导致茶树害虫不可避免地产生抗药性,但由于种种原因,对茶树主要害虫抗药性测定的研究较少,对茶树害虫抗药性机理的研究国内更是贫乏,因此,研究目前茶园主要害虫对茶园常用药剂的抗药性,明确抗药性水平,同时阐明茶树主要害虫的抗药性机制,对于茶园病虫害的防治有重要意义。

参考文献

[1] 朱建国,启克明. 茶假眼小绿叶蝉在不同茶树品种上的生长发育,生殖及空间分布[J]. 动物学研究,1993,14(3):241-245.
 [2] 胡萃,朱俊庆,叶恭银,等. 茶尺蠖[M]. 上海:上海科学技术出版社,1994.
 [3] 张觉晚. 合理用药生态控制茶假眼小绿叶蝉主要措施与评价[J]. 生态学杂志,1994,13(5):13-17.
 [4] 张觉晚. 捕食假眼小绿叶蝉的茶园蜘蛛种群动态研究[J]. 茶叶通讯,1996(2):21-23.
 [5] 韩宝瑜,周鹏,崔林,等. 不同管理方式的茶园生境中茶尺蠖及其天敌

密度的差异[J]. 植物保护学报,2007,34(1):15-21.
 [6] 韩宝瑜. 一种新农药对几种主要茶树害虫的防治试验[J]. 茶业通报,1995,17(4):26-27.
 [7] 高子瑜. 吡虫啉不同浓度对假眼小绿叶蝉的控制效果[J]. 茶叶,1996,22(4):20.
 [8] 潘有祥. 25% 扑虱灵防治茶假眼小绿叶蝉试验[J]. 茶叶科学技术,1997(4):38.
 [9] 赖传碧. 吡虫啉防治假眼小绿叶蝉药效评价[J]. 昆虫知识,1998,35(6):346-347.
 [10] 陈亦根,黄明度. 茶尺蠖生物防治进展[J]. 昆虫天敌,2001,23(4):181-184.
 [11] 侯柏华,谭济才,李健权. 25% 阿克泰水分散粒剂防治假眼小绿叶蝉试验[J]. 茶叶通讯,2003(1):12-14.
 [12] 林少和. 茶尺蠖的发生规律及防治方法[J]. 福建农业科技,2003(1):32-33.
 [13] 熊兴平. 茶尺蠖防治技术研究进展及展望[J]. 中国茶叶,2003(3):15-17.
 [14] 张汉鹤. 中国茶树害虫及其无公害治理[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,2004.
 [15] 徐德良,田晓兰,吴培中. 江苏茶尺蠖抗性评估及治理对策[J]. 茶业通报,2006,28(1):15-16.
 [16] 董道青,陈建明. 茶尺蠖蛹的耐冷藏性研究[J]. 中国计量学院学报,2008,19(2):178-182.
 [17] 董道青,陈建明,俞晓平,等. 茶皂素对雷公藤乳油防治茶尺蠖幼虫的增效作用[J]. 茶叶科学,2008,28(3):228-233.
 [18] 杨云秋,宛晓春,郑高云,等. 茶尺蠖性行为习性初报[J]. 中国农学通报,2008,24(2):339-342.
 [19] CROFT B A, ALINIAZEE M T. Action of insecticides to leafhopper on tea tree, toxicity, resistance and synergistic combinations[J]. Journal of economic entomology, 1990,83(4):1236-1242.
 [20] 唐振华,毕强. 杀虫剂作用的分子行为[M]. 上海:上海远东出版社,2003:593.
 [21] 邱立红,王成菊,邱星辉,等. 基因组学与昆虫抗药性研究[J]. 昆虫知识,2004,41(5):392-397.
 [22] HEMINGWAY J, RANSON H. Insecticide resistance in insect vectors of human disease[J]. Annual review of entomology, 2000,45:371-391.
 [23] 章玉苹,黄炳球. 吡虫啉的研究现状与进展[J]. 世界农药,2000,22(6):23-28.
 [24] CLARK A G, WANG L, HULLEBERG T. Spontaneous mutation rate of modifiers of metabolism in *Drosophila*[J]. Genetics, 1995,139:767-779.
 [25] TABASHINIK B E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*[J]. Ann Rev Entomol, 1994,39(1):47-49.
 [26] 吴青君,朱国仁,赵建周,等. 小菜蛾对定虫隆的抗性生化机制初探[J]. 昆虫学报,1998(S1):42-48.
 [27] MOHAN M, GUJAR G T. Geographical variation in susceptibility of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) to insecticides and role of detoxification enzymes[J]. Crop protection 2003,22(3):495-504.
 [28] 夏会龙. 茶树害虫抗药性现状及治理对策[J]. 中国茶叶,1991(3):28-29.
 [29] 王念武,徐金汉,陈峥,等. 不同茶园假眼小绿叶蝉抗药性比较[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2004,33(2):169-173.
 [30] 王念武. 假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe 防治指标及抗药性比较研究[D]. 福州:福建农林大学,2004.
 [31] 段丽霞,徐英. 茶树害虫抗药性的综合防范对策[J]. 植物医生,2006,19(3):23-24.
 [32] 张红英,赤国彤,张金林. 昆虫解毒酶系与抗药性研究进展[J]. 河北农业大学学报,2002,25(S1):193-195.
 [33] FFRENCH-CONSTANT R H, ROUSH R T, MORTLOCH D et al. Isolation of dieldrin resistance from field populations of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) [J]. Journal of economic entomology, 1990,83(5):1733-1737.
 [34] SCOTT J G, LEE S S T, SHONO T. Biochemical changes in the cytochrome P450 monooxygenases of seven insecticide-resistant house fly (*Musca domestica* L.) strains[J]. Pesticide biochemistry & physiology, 1990,36(2):127-134.
 [35] RAFFA K F, PRIESTER T M. Synergists as research tools and control agents in agriculture[J]. J Agric Entomology, 1985,2:27-45.