

我国植物病原细菌抗药性的研究进展

赵英俄^{1,2}, 祝明亮^{1*}, 秦西云¹, 陈正斌^{1,2}

(1. 云南省烟草科学研究所, 云南玉溪 653100; 2. 云南农业大学植保学院, 云南昆明 650201)

摘要 从抗药性监测、交互抗性、抗药突变体生物学特性、抗药性机制、抗药性遗传 5 个方面对我国植物病原细菌抗药性的研究进展进行了综述。

关键词 植物病原细菌; 抗药性; 交互抗性; 抗性机制

中图分类号 S432.4+2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2007)23-07198-02

Research Progress of Resistance of Phytopathogenic Bacteria in China
ZHAO Ying-e et al (Yunnan Institute of Tobacco Science, Yuxi, Yunnan 653100)

Abstract Research progress of resistance of phytopathogenic bacteria in China was reviewed in this paper from five aspects including resistance monitoring, cross resistance, biology characteristic of resistant mutation, resistant mechanism and resistant heredity.

Key words Phytopathogenic bacteria; Resistance; Cross resistance; Resistant mechanism

植物病原菌抗药性是植物保护领域内一个难以解决的问题。目前, 已发现产生抗药性的病原物种类有植物病原真菌、细菌和线虫, 其他病原物的化学防治水平还很低, 有些甚至还缺乏有效的化学防治手段, 因此还没有出现抗药性。其中, 植物病原真菌抗药性方面的研究占了绝大多数, 到目前为止, 先后应用于植物真菌病害化学防治的杀菌剂已达数百种之多, 用药量正在持续上升^[1]。植物病原细菌的抗药性虽然不如真菌抗药性重要, 但也有少数病原细菌对杀菌剂产生了较高的抗药性, 如水稻白叶枯病菌对噻枯唑普遍产生抗药性, 已经在生产上造成了很大损失^[2]。

我国对植物病原菌抗药性的研究是从 20 世纪 80 年代初开始的, 虽然大部分工作是对病害抗性的监测与生物学特性的研究, 但无论在理论上还是在生产实践上都有重要的意义^[3]。在近 20 多年的研究中, 植物病原细菌抗药性方面的研究甚少, 就目前而言, 主要是关于水稻白叶枯病菌和柑橘溃疡病菌抗药性方面的研究。为此, 笔者以这 2 种病原细菌抗药性方面的研究为例介绍了我国植物病原细菌抗药性研究概况。

1 植物病原细菌抗药性的监测

目前, 在抗性监测方面我国研究较多的主要植物病原细菌是水稻白叶枯病菌和柑橘溃疡病菌, 另外, 也有关于辣椒疮痂病菌对链霉素抗药性方面的研究。王文相等研究发现, 在稻株上重复使用噻枯唑后, 水稻白叶枯病菌对其敏感性明显下降, 并证明了叶枯宁和敌枯双之间存在着交互抗性现象^[4]; 马忠华等研究表明, 在已有多年用药历史的水稻白叶枯病老病区, 病菌对噻枯唑的抗药性已经形成^[5]。沈光斌和周明国采用活体寄主法和离体含药平板法, 测定了 1999 年安徽省滁州市田间水稻白叶枯病菌对噻枯唑的抗药性, 发现在水稻活体上存在噻枯唑抗药突变体, 其比例为 67.65%^[6]。

拌种灵在生产上被大量用来防治植物病原真菌性病害, 同时发现其对细菌性病害也具有很好的防治效果^[7-9]。黄青春等研究表明, 拌种灵对柑橘溃疡病菌的生长具有较高的抑制作用, 在病原细菌侵染初期, 用拌种灵防治柑橘溃疡

病可获得较好的效果^[10]。柑橘溃疡病菌胞外产物对拌种灵具有拮抗作用, 从而对菌体细胞产生保护功效, 说明该病原菌具有对拌种灵产生耐药性或抗药性的潜力^[11]。另外, 向平安等在辣椒疮痂病菌 (*Xanthomonas vesicatoria*) 和水稻细菌性条斑病菌 (*X.oryzae pv.oryzicola*) 中均发现耐链霉素菌株^[12]。

笔者对采自云南省各地州的 73 株烟草野火病菌进行抗药性监测, 发现抗性菌株频率为 61.64%, 抗性最强的菌株能在含 2 500 μg/ml 链霉素的 KBA 培养基上生长, 说明云南省烟草野火病菌对链霉素已普遍产生了抗药性。

2 植物病原细菌交互抗性的研究

关于植物病原真菌对杀菌剂产生交互抗性的报道较多, 而关于植物病原细菌对杀菌剂的交互抗性的研究还很少。黄青春等研究发现, 柑橘溃疡病菌抗拌种灵突变体对萎锈灵和叶枯唑具有潜在的正交互抗性, 与浸种灵没有交互抗性^[13]; 王文相等研究发现, 叶枯宁和敌枯双之间存在着交互抗性现象, 2 种药剂在体内的作用机制是一致的^[4]。

3 植物病原细菌抗药性菌株生物学特性研究

抗药性菌株的生物学特性即抗性菌株的越冬、越夏、生长、繁殖和致病力等方面的特性。病原菌对药剂产生抗药性, 往往表现在菌体的生理生化性质发生改变, 使其能更好地适应药物环境, 保持种群发展。许多情况下病原物产生抗药性的同时由于遗传变异而表现出其他生物学性状改变, 从而影响抗药性菌株在自然界与敏感群体的竞争力, 抗性菌株的竞争力较强时, 比较容易形成抗药性群体。人们可以根据抗药性菌株的特点, 判断合理的用药策略, 延缓或阻止抗药性群体的形成。因此, 研究抗药性菌株的生物学性状, 可以为杀菌剂的抗性预测、风险评估、合理制定或开发抗药性治理技术提供理论依据。

刘英华等研究表明, 水稻白叶枯病菌的抗药性突变体对离体稻叶的伤害作用及引起水稻体内脂质过氧化程度强于敏感菌株, 其胞外产物可以降低水稻白叶枯病菌对噻枯唑的敏感性^[14]; 病菌产生抗药性与胞外产物关系密切, 抗药突变体在无药平板上转移 10 代后, 抗药水平明显下降, 但致病力变化在不同的突变体间表现出较大差异^[15]; 柑橘溃疡病菌抗拌种灵突变体的生长速率与敏感菌株基本一致, 抗药突变体胞外产物和胞外水解酶活性一般多于或高于敏

基金项目 云南省烟草公司科技资助项目 (04A19)。

作者简介 赵英俄 (1980-), 男, 云南宣威人, 硕士研究生, 研究方向: 植物病理。* 通讯作者。

收稿日期 2007-04-03

感菌株,其中以淀粉酶活性变化最为明显,进一步研究证实,柑橘溃疡病菌抗药突变体琥珀酸脱氢酶活性显著降低,对拌种灵的敏感性显著降低^[13];另据报道,柑橘溃疡病菌对牛肉浸膏、硝酸钾、尿素等氮源及甘油、蔗糖等碳源利用效果较好,而葡萄糖和乳糖不能被该病菌所利用^[16]。

4 植物病原细菌抗药性机制研究

植物病原物对杀菌剂的抗性机制包括抗性生理机制和抗性遗传机制。对水稻白叶枯病原细菌 *Xanthomonas oryzae* 对噻唑类杀菌剂的抗性机理的研究发现,完全失去致病性的无毒菌株对噻唑类杀菌剂均表现出敏感度下降。这说明这类药剂最初作用靶点可能与致病性相关因子有关,特别是有可能作用于病菌早期侵染阶段的相互识别过程,或者是菌体结构、生理功能发生变化,从而降低了对噻唑类药剂的吸收或在菌体内的积累。张宇君等对水稻白叶枯病菌敏感菌株和抗药菌株的琥珀酸脱氢酶序列分析表明,琥珀酸脱氢酶铁硫蛋白亚基中 229 位氨基酸由组氨酸 (CAC) 突变为酪氨酸 (TAC) 是导致水稻白叶枯病菌对拌种灵产生抗药性的主要原因^[17]。黄青春等研究表明琥珀酸脱氢酶的活性可作为柑橘溃疡病菌抗药性的标记^[13]。向平安等从辣椒疮痂病菌中检测到 1 个 76 kb 质粒,将该质粒转化到辣椒疮痂病菌无质粒菌株后证明,该质粒与耐链霉素有关^[12]。另外,大量的研究证实,大肠杆菌的 *strA* 基因是该菌核糖体 30 S 亚基蛋白质的结构基因,该基因的变异阻碍了 *strA* 蛋白在核糖体中的翻译效率,它不是引起错译就是引起废物的产生,从而表现出对链霉素的抗性^[18]。

5 植物病原细菌抗药性遗传研究

植物病原菌的抗药性可以由染色体基因或胞质遗传基因的突变产生。因此,可以将植物病原菌的抗药性分为核基因 (nuclear gene) 控制的抗药性和胞质基因 (cytoplasmic gene) 控制的抗药性。植物病原真菌对大多数杀菌剂的抗性属于前一种情况,而存在于细胞质中的抗药基因,目前已知的主要位于真菌的线粒体和细菌的质粒中,真菌对少数药剂和细菌对大多数药剂的抗药基因属于这种情况^[19]。

铜制剂 (copper) 防治细菌性病害报道较早,但尽管在室内可以获得染色体基因发生突变的抗药突变体,可是田间抗药菌株大多是由质粒 DNA 分子控制的。已报道有 2 种类型的质粒与植物病原细菌对铜制剂的抗药性有关^[20]。链霉素 (streptomycin) 主要用于防治细菌病害,在苹果疮痂病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *papulans*) 和辣椒疮痂病菌中,链霉素抗性基因主要存在于质粒中^[21]。Chang 等对寄生疫霉 (*Phytophthora parasitica*) 的研究表明,链霉素抗性也是由胞质遗传因子决定的,属母性遗传^[20]。

6 结语

我国对杀菌剂抗性的研究起步相对较晚,但在近 20 年来有了很大进展,在理论研究和实践指导工作中起到了一定的作用。但国内对该领域的研究力量还很不足,总体研究水平与国际上相比仍有较大差距,我国对病菌抗药性的研究工作主要局限于抗性检测与监测、风险评估、交互抗性等

基础性的研究,而对杀菌剂毒理学及抗药机理、抗性遗传等的研究相对较少,在病菌的抗性测定工作中,存在着抗性标准不一的问题,且对真菌抗药性方面的研究较多而对细菌抗药性方面的研究较少。

杀菌剂抗性在我国已使许多植物病害防治效果下降,一些原来能很好控制的病害也有加重发生的趋势,虽然植物病原细菌对杀菌剂的抗药性还没有病原真菌对杀菌剂的抗药性严重,但在生产上已经证实一些植物病原细菌对某些杀菌剂敏感性下降,给植物病害防治带来了很大困难,另外,有报道称植物病原细菌对杀菌剂的抗药性有逐年上升的趋势。所以,随着农业现代化和植物病害化学防治水平的提高,植物病原细菌抗药性问题必将更加突出,但在未来较长的时期内,使用杀菌剂仍是控制植物病害的重要手段之一。因此,关于杀菌剂抗性研究工作有必要加强对植物病原细菌抗药性方面的研究,以便及早实施抗药性治理策略。

- 参考文献
- [1] 张承来, 欧晓明. 植物病原物对杀菌剂的抗药性机制概述[J]. 湖南化工, 2000, 30 (5): 7-10.
 - [2] 周明国. 植物病原菌抗药性[J]. 农药市场信息, 2001 (8): 23-26.
 - [3] 闫秀琴, 刘慧平, 韩巨才. 我国植物病原菌抗药性的研究进展[J]. 农药, 2001, 40 (12): 4-6.
 - [4] 王文相, 夏静, 顾江涛, 等. 水稻白叶枯菌对叶枯菌的抗药性活体产生规律初探[J]. 安徽农业科学, 1992, 20 (4): 328-332.
 - [5] 马忠华, 周明国, 叶钟音. 水稻白叶枯病菌对噻唑类抗药性的测定方法[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19 (5): 147-149.
 - [6] 沈光斌, 周明国. 水稻白叶枯病菌对噻唑类的抗药性监测[J]. 植物保护, 2002, 28 (1): 9-11.
 - [7] 徐春明, 周德荣, 杨中新, 等. 拌种灵防治柑橘溃疡病研究[J]. 农药, 1992, 31 (3): 29.
 - [8] 林孔勋. 杀菌剂毒理学[M]. 北京: 农业出版社, 1995: 45-49.
 - [9] 周明国, 刘经芬, 叶钟音. 关于杀菌剂研究方法综述[J]. 南京农业大学学报, 1987, 4 (5): 128-134.
 - [10] 黄青春, 周明国, 叶钟音. 拌种灵对柑橘溃疡病菌菌体细胞活性的影响[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24 (3): 23-26.
 - [11] 黄青春, 周明国, 叶钟音. 柑橘溃疡病菌对杀菌剂拌种灵抗逆性生理研究[J]. 农药学报, 2001, 3 (4): 64-68.
 - [12] 向平安, 周燕, 高必达. 辣椒疮痂病菌 *Xanthomonas vesicatoria* 和水稻细菌性条斑病菌 (*X. oryzae* pv. *oryzicola*) 的质粒及其与耐链霉素和耐铜性关系[J]. 植物病理学报, 2003, 33 (4): 330-333.
 - [13] 黄青春, 周明国, 叶钟音. 柑橘溃疡病菌抗药突变体的生理特性研究[J]. 植物病理学报, 2003, 33 (1): 63-66.
 - [14] 刘英华, 王开运, 姜兴印, 等. 植物病原菌抗性生物学及生化机制研究进展[J]. 世界农药, 2004, 24 (3): 16-18.
 - [15] 沈光斌, 周明国. 水稻白叶枯病菌噻唑类抗药突变体生物学性质研究[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24 (4): 33-36.
 - [16] 杨秀娟, 陈福如, 谢世勇, 等. 柑橘溃疡病菌的生物学特性及杀菌剂的药效研究[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25 (2): 191-193.
 - [17] 张宇君, 李俊, 赵伟, 等. 水稻白叶枯病菌对拌种灵抗药性分子机制研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38 (1): 64-69.
 - [18] 杨谦. 植物病原菌抗药性分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 81-82.
 - [19] 袁善奎, 周明国. 植物病原菌抗药性遗传研究[J]. 植物病理学报, 2004, 34 (4): 289-295.
 - [20] CHANG T T, KO W H. Resistance to fungicide and antibiotics in *Phytophthora parasitica*: Genetic nature and use in hybrid determination[J]. Phytopathology, 1990, 80: 1414-1421.
 - [21] COOKSEY D A. Genetics of bactericide resistance in plant pathogenic bacteria[J]. Annu Rev Phytopathol, 1990, 28: 201-219.