

保护地番茄灰霉病菌抗药性治理策略的理论模型与实践

杨 涛,关天舒

(辽宁省农业科学院植物保护研究所,沈阳 110161)

摘要:通过1997和1998两年的保护地实验观察,对两种单作用位点杀菌剂应用不同的选择压力的抗药性治理策略的实际应用结果进行观测,并结合相应的病菌田间群体动力学模型分析,解释、探讨了有关灰霉病抗药性治理策略的原理。并在实践中证明了抗药性治理策略应用的价值。

关键词:灰霉病;抗药性治理策略;速克灵

Theoretical Model of Fungicide Resistance Management Strategy of Tomato Gray Mold Control in Greenhouse and its Practice

YANG Tao, GUAN Tian-shu

(Institute of Plant Protection, Liaoning Agriculture Academy, Shenyang 110161)

Abstract: Fungicide resistance of *Botrytis cinerea* Pers. is the main cause that lead to be difficult in chemical control. One effective strategy, in which different selective pressure with two different model system fungicides was used to control fungicide resistant of tomato gray mold, was tested during 1997 - 1998 in greenhouse and elucidated by mathematical model. The results showed that it is an effective way and the practice indicated the strategy is valuable in its application.

Key word: *Botrytis cinerea*; Strategy of fungicide resistant management; Sumilex

灰葡萄孢属真菌(*Botrytis cinerea* Pers)引起的蔬菜灰霉病是北方保护地多种蔬菜上的一种重要病害。生产上通常用药剂进行防治。由于该属真菌极富变异性,对生产上曾大面积应用过的单作用位点杀菌剂都产生过田间抗药性。20世纪60年代以后陆续开始使用的具有代表性的几类杀菌剂,如苯并咪唑类杀菌剂,二甲酰亚胺类杀菌剂,以及乙霉威与苯并咪唑类杀菌剂的复配剂,都有关于因产生田间抗药性而导致防效下降的报道^[1-3]。尽管开发新药剂是解决抗药性的一项主要途径,但灰霉菌对许多杀菌剂产生抗药性似乎只不过是时间问题。随着对抗药性治理的理论研究及实践经验积累,证明在利用现有杀菌剂品种的基础上,采用合理的抗药性治理策略是解决灰霉菌抗药性问题的非常经济有效的方法。作者于1997和1998年在东陵区英达乡早

春保护地番茄生产中,通过控制不同杀菌剂选择压力,取得了良好的灰霉病防治效果。本文拟用相应的数学模型,对抗药性治理的策略给予解释。

1 控制选择压力法对田间灰霉菌抗药菌群变化的实际观察结果

1997和1998年早春,在沈阳市郊的保护地番茄上进行了应用降低速克灵选择压力法为主的灰霉病菌抗药性治理方法,并定期监测了田间抗药菌群的比例变化。

多霉灵用于植株喷雾,从始花期开始每隔15~20d施药1次,共施药4次;速克灵与沾花处理的生长调节剂配合使用。

从定植后开始间隔15d用灰霉菌选择性培养基(BSM)^[4]收集空气中的灰霉菌,用于监测田间速克

收稿日期:2002-01-07

基金项目:辽宁省博士启动基金资助项目

作者简介:杨涛(1964-),男,安徽淮南人,博士,副研究员。现从事生物农药开发应用研究。Tel:024-88419895; E-mail: Taylor2kw@yahoo.com.cn

灵和多霉灵抗药菌群的变化,单独检测番茄罹病花及幼果上抗速克灵和多霉灵灰霉菌群体组成,持续监测 60d。1997 和 1998 年获得了相似的检测结果。1998 年的监测结果见图。

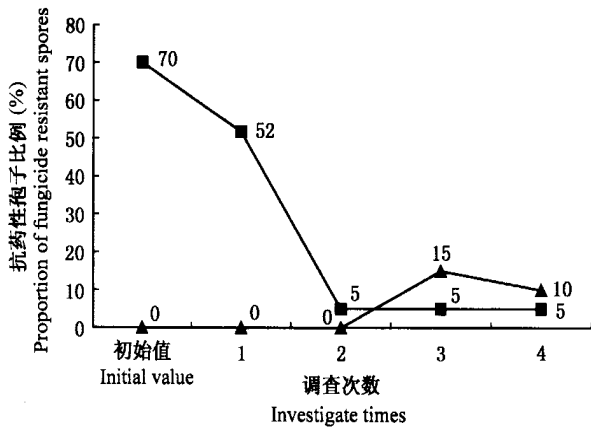


图 番茄保护地中多霉灵及速克灵抗药菌群监测结果 (1998)

Fig. The result of monitoring resistant *B. cinerea* group on Sumico and Sumilex on tomato in greenhouse

图中的结果表明,速克灵抗药菌群的比例由 70% 左右很快下降为一个很低的水平。在整个监测过程中,多霉灵的抗药菌系从无到有,末期上升到 10%~15% 的水平。有关灰霉菌抗药菌群年份间消长变化规律尚不清楚,有待进一步研究。试验的番茄田中灰霉病的病果率非常低。该技术目前已在辽宁的许多保护地种植区被采用。

2 应用杀菌剂选择压力的抗药治理策略的数学模型表达

在用数学模型表达真菌群体变化规律之前,作者根据以往有关灰霉菌的生物学研究的一些结果及简化模型的目的制定下列假设条件:

①灰霉菌的群体遵循无限增长模型,个体之间及抗药和敏感群体之间不存在竞争作用;②在植株不同部位灰霉菌的增殖系数相同;③田间只有两种类型的灰霉菌菌群,即抗二甲酰亚胺类菌(DicR)和野生型菌(S),且接触实用浓度的速克灵后 DicR 类菌群不受影响,但 S 型菌即死亡,且 DicR 菌对多霉灵的敏感性与野生型菌相同。基于上述假设条件,在喷施多霉灵的情况下田间灰霉菌的群体时间增长模型如下:

$$dN/dt = rN(1 - E_1) \dots \dots \dots (1)$$

方程(1)中 N 为田间灰霉菌菌群数量;r 为灰霉菌内禀增长率;E₁ 为喷施多霉灵时对田间灰霉菌生态位

的覆盖系数,取值范围为:0 < E₁ < 1。方程(2)中 e 为自然对数基底数。

在多霉灵保持药效的前提下,积分上述公式可推测任何时刻灰霉菌种群数量为:

$$N_t = N_0 e^{r(1 - E_1)t} \dots \dots \dots (2)$$

方程(1)表明:杀菌剂对灰霉菌敏感群体数量的影响仅取决于药剂喷雾的覆盖率,即 E 值。E 值越大,灰霉菌群体增长越慢。在用速克灵沾花处理的情况下抗药群体和敏感群体的时间增长模型分别如下:

$$dR/dt = rR \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{积分后为: } R_t = rR_0 e^{rt} \dots \dots \dots (4)$$

$$dS/dt = rS(1 - E_2) \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{积分后为: } S_t = rS_0 e^{r(1 - E_2)t} \dots \dots \dots (6)$$

时间 t 后抗药菌系与敏感菌系的比例为方程(4)比方程(6),即:

$$\Delta = R_t/S_t = R_0/S_0 (1 - E_2)^{-t} \approx R_0/S_0 \dots \dots \dots (7)$$

E₂ 为速克灵使用对灰霉菌的覆盖系数。从方程(7)中可以看出,抗药菌系与敏感菌系的比例变化只与 E₂ 值有关。在沾花处理中,E₂ 值非常小,可以忽略不计,这样沾花处理对田间灰霉菌抗感群体的比例 Δ 值几乎没有影响,不会导致抗药菌群很快地向绝对的优势菌群转化。

在生产实际中,将价格高,但效果好的内吸性单作用位点杀菌剂,如速克灵或未产生抗药性的杀菌剂,应用时将 E 值减小到最低限度,比如用于番茄沾花等,再用另外一种作用方式且价格低的内吸性杀菌剂如多霉灵等,应用较大 E 值,同时用复配的方法延缓抗药性的产生,对植株进行细致而均匀地喷雾,使方程(1)在实践中得以表达,最终既达到控制灰霉菌对价格较高杀菌剂的抗药性菌群的发展,又可以将病害流行的风险降低到最低。

3 减小选择压力的抗药性治理策略的应用前景及意义

在模型建立的假设条件下,抗速克灵的菌群与敏感菌群的比例在生长季中不会有明显变化,但实际观测结果抗速克灵菌群比例下降很多,这与灰霉菌抗速克灵等二甲酰亚胺类杀菌剂菌系的特点有关,许多观测结果表明:田间该类抗药菌群在不使用该类杀菌剂时,菌群数量快速下降。原因可能是受低温及对高渗透压敏感性的影响^[5]。应用该策略可以大大减少速克灵的用量,是一种经济有效的方法,非常适合中国的国情。速克灵市场价格为每吨

13 万元人民币左右,是一般国产杀菌剂价格的 3~5 倍,每年都需要大量的外汇进口。更可惜的是,因为使用不当,导致抗药性很快产生,病害防治失败。在番茄生产中,药剂沾花还可以大大减少喷雾药剂的施用次数,对危害果实的病害是有很有效的。对于黄瓜等无须沾花且果实成熟期较短的作物灰霉病的防治,在整个生长季的防治关键期只喷施 1 次二甲酰亚胺类杀菌剂,可以充分发挥其药效。随着人们对食品安全认识的提高及环保意识的增强,在提高或保证防效的前提下,针对性地应用抗药性治理策略,以减少化学药剂的使用,延长某些低毒杀菌剂的应用有效期,这无疑也是减轻农药污染的一条重要途径。

References

- [1] Leroux P, Clerjeau M. Fungicides for crop protection. *British crop protection council monograph*, 1985:31, 443 - 446.
- [2] Yang T, Zhao K H. Field strains resistance to Benzimidazole and Diethofencarb in *B. cinerea* and their fitness. *Liaoning Agricultural Sciences*, 1997(4): 15 - 19. (in Chinese)
杨 涛,赵奎华. 蔬菜灰霉菌抗多霉灵菌系及其适应性研究. 辽宁农业科学, 1997(4): 15 - 19.
- [3] Yang T, Guan T S, Bai J K. Parasexuality in *B. cinerea* and its biological significance. *Liaoning Agricultural Sciences*, 2000(6): 20 - 24. (in Chinese)
杨 涛,关天舒,白金铠. 灰霉菌的准性生殖现象及其生物学意义. 辽宁农业科学. 2000(6): 20 - 24.
- [4] Kritzman G, Netzer D. A selective medium for isolation and identification of *Bortrytis* spp. from soil and onions seed. *Phytoparasitica*, 1978, 6(1): 3 - 7.
- [5] Pak H A, Beever R E, Laracy E P. Population dynamics of dicarboximide resistant strains of *B. cinerea* on grapevins in New Zealand. *Plant Pathology*, 1990, 39: 501 - 509.

欢迎订阅

《遗传学报》、《遗传》杂志是中国科学院遗传与发育生物学研究所和中国遗传学会主办,科学出版社出版的国家级学术期刊,中国自然科学核心期刊。已被美国化学文摘(CA)、生物学数据库(BIOSIS)、医学索引(Sheldon Kotzin)和 MEDLINE 等多种国内外重要检索系统收录。

《遗传学报》(ISSN 0379-4172, CNI1-1914/R)为月刊,1974 年创刊,国内外公开发行,国内邮发代号 2-819,国外发行代号:M63。2003 年定价 25.00 元,全年 300.00 元。

1996、2000 年,《遗传学报》获中国科学院优秀期刊二等奖,1997 年获第二届全国优秀科技期刊评比三等奖,2001 年被评为全国期刊方阵“双百期刊”。

《遗传》(ISSN 0253-9772, CNI1-1913/R)为双月刊,1979 年创刊,国内邮发代号:2-810,国外发行代号:BM62。2003 年定价 18.00 元,全年 108.00 元。

《基因组学报》2003 年创刊,季刊,定价 25.00 元,全年 100.00 元。

广告经营许可证:京朝工商广字第 0037 号。欢迎刊登广告。

联系地址:北京安定门外大屯路 917 大楼中国科学院遗传与发育生物学研究所编辑室

邮政编码:100101 主 编:朱立煌 编辑室主任:李绍武

电话/传真:010-64889348 E-mail:s wli @genetics .ac .cn