

弗州新接合霉在桔全爪螨中的流行

黄耀坚 邱丽绚 郑本暖

(福建林学院, 南平)

摘要 1990 年在发生于福建南平市郊桔全爪螨群体的虫霉流行病, 其病原鉴定为弗州新接合霉。经毒力、宿存力以及传播途径等初步考察结果表明: 该菌具有较高的流行能力。流行病的消长显示: 果园的郁闭度和降雨量是影响疾病流行的主要生态因子; 高郁闭度果园中弗州新接合霉对桔全爪螨种群密度具显著的调节作用。

关键词 桔全爪螨; 弗州新接合霉; 流行病

自 Weiser 和 Muma 对感染斑氏真叶螨的弗州新接合霉 (*Neozygites floridana* = *Entomophthora floridana*) 鉴定工作以来^[1], 弗州新接合霉作为螨类的重要病原以及生防中潜在的应用价值已为众所周知和共识^[2,3]。在流行病学方面, Ramaseshiach 观察了该菌在印度的流行、寄主范围及分布^[4]; Keneth 和 Brandenburg 分析了田间越冬的宿存机制^[5,6]; Nemoto 报道了日本的流行^[7]; Brandenburg 和 Boykin 等分别探讨了田间病原与寄主的关系

以及杀虫剂对疾病流行的影响^[8,9]。本文报道了弗州新接合霉感染桔全爪螨 (*Panonychus citri*) 的病原国内首次观察结果, 分析了该菌的流行潜力以及影响流行的生态条件。

材料和方法

1. 病原的观察采用常规的虫霉观察方法;

国家自然科学基金资助项目。

安徽农学院李增智先生对本工作提出宝贵意见, 特此致谢。

细胞核用醋酸洋红染色观察^[10]；离体培养采用分生孢子弹射法自然接种于蛋黄培养基上。

2. 于系列的不同硫酸浓度的容器中测定不同湿度下分生孢子的萌发率；分别收集分生孢子和感病死亡尚未弹射分生孢子的螨尸于密闭干燥器中 20℃ 保存，间隔时间取出，测定分生孢子萌发率和螨尸复苏弹射分生孢子能力；分生孢子萌发的最适温度测定用常规压水片法进行；休眠孢子萌发测定在 0.5% 蔗糖水琼脂上进行。

3. 流行病的观察样地选自南平市郊西芹茶果场。选择郁闭度分别为 0.05, 0.12, 0.65, 0.5；其植被覆盖率为 25、45、70 和 65% 的四块标准地，按 1—4 分别编号。每个样地设样树 50 株，随机抽样法取样树 20 株，每株树冠东、西、南、北、中部位随机取 5 片叶，共取 100 片叶，于显微镜扫描计数每片叶成若螨总数和感病死亡数，每间隔 15 天采样测定一次。林间温湿度用干湿球计二天测定一次，测定时间为上午 6 时，中午 12 时和下午 6 时，三次测定平均值计为当日林间温湿度。观察期间降雨量及降雨天数的数据为南平气象站提供。

结果和分析

(一) 病原鉴定

不同感病时期的螨尸症状不同：患病濒死的螨尸红棕色或红砖色，乳酪状，略膨大；病螨死亡后长出分生孢子梗时，螨尸灰色或淡灰色；死亡后期或休眠孢子大量产生时则呈干瘪状，深褐色。

感病初期的虫菌体柱状或管状，宽 5.0—6.6 μm，长短不一。病螨死亡时，常见大量虫菌体充满体腔，以后逐渐伸长分隔，端部膨大，直接生长成为分生孢子梗，于螨尸表皮栅状排列（图版 I-1）或偶尔突破表皮伸展至体外（图版 I-2）。虫菌体的原生质常流向端部而聚积于分生孢子梗顶部，虫菌体仅存内空的透明结构（图版 I-3）。后期虫菌体多分隔，分隔处常断裂成菌丝段。分生孢子梗单枝，棍棒状（图版 I-4），端部宽 6.7—8.3 μm，有一长 20.0—58.1 μm 的

产孢细胞。分生孢子于产孢细胞端部形成，通过乳突翻转强力弹射，梨形，淡黄绿色，内含物细粒状；11.7—16.7 × 10.0—15.0 μm，平均 13.7(1.14) × 11.9(1.10) μm，长径比 (L/D) 1.74；基部乳突钝圆或略平截，宽 2.5—5.0 μm（图版 I-5），单囊壁，3—5 核，多数 4 核。分生孢子易于萌发，方向不定，具三种萌发方式：少数分生孢子萌发出宽 3.3—5.0 μm 的粗大芽管，发育成菌丝体；或自短芽管上形成梨形的次生分生孢子，形同初生分生孢子但略小（图版 I-6），上述两种萌发方式常见于相对湿度较低时。在水滴中，分生孢子多数萌发成宽 0.3—0.5 μm，长 42—67 μm 的纤细芽管，芽管端部近 45 度拐角后形成毛管孢子（图版 I-7），分生孢子的原生质常通过毛管流入毛管孢子而仅余外壁的透明残骸。毛管孢子杏仁形，多不对称，内含物细粒状，表面为不甚明显的网纹状，11.7—21.7 × 6.7—11.7 μm，平均 15.9 × 9.4 μm。毛管孢子端部有一顶生体，管状或似蘑菇状，1.2—2.5 × 2.5—3.3 μm（图版 I-8）。

休眠孢子易于大量产生，流行病过程均可观察到。病螨死亡 7—10 天后，约有 20—30% 的螨尸体形成休眠孢子，一般在桔全爪螨死亡、分生孢子大量形成并弹射后的阶段产生。每个螨尸通常可产生 50—200 个休眠孢子，数量不等地聚集成团于螨尸体腔内（图版 I-9）。休眠孢子圆形、卵圆形或梨形，通过两菌丝段之间的接合形成，13.4—26.7 × 11.7—25.1 μm，平均 18.2(3.2) × 16.3(3.0) μm，初期无色透明，成熟时棕褐色，表面光滑，部分休眠孢子带有一个宽 3—4 μm 的脐状物（图版 I-10）。

在蛋黄培养基上培养一星期后，仅见分生孢子于基物表面萌发形成毛管孢子，未见生长形成菌落。

(二) 流行病的观察和分析

1. 流行病的消长过程：在 4 块样地中，流行病的消长过程基本按郁闭度的不同程度分为两类（图 1）：郁闭度高的 3、4 号样地中，3 月下旬桔全爪螨的密度尚较低时，就有少量桔全爪螨感病死亡。然而这种低频度的感染率还不

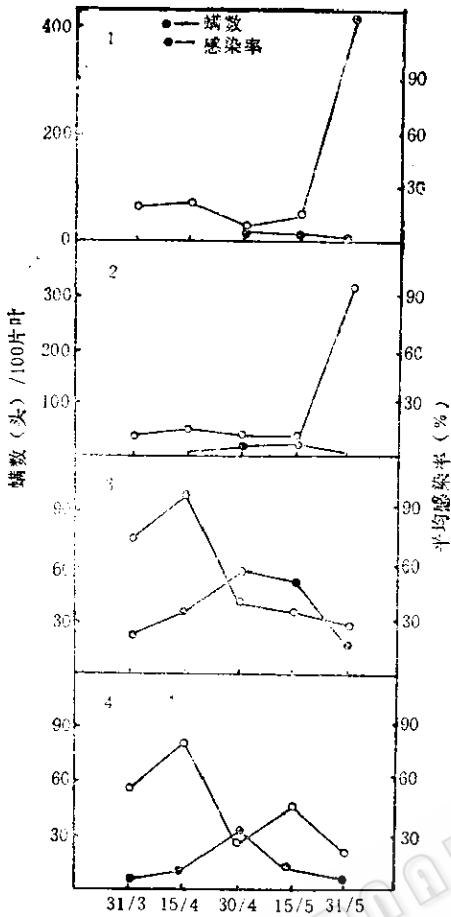


图1 桔全爪螨种群密度和弗州新接合霉感染率的季节消长

足以控制桔全爪螨种群密度的上升,4月中旬其密度达整个季节的最高水平(分别为1.02头/叶和0.82头/叶)。此时,当病原的数量经过一定阶段的积聚且生态因子适宜时,终于导致了4月下旬流行病的高峰期。桔全爪螨死亡率分别从发病初期的7.6%和5.3%剧增至58.1%和31.0%,显示了从低频度感染率的地方病向高感染率的流行病转化。自此直至流行病结束的6月下旬,桔全爪螨的种群密度一直控制在较低水平以下。而郁闭度小的1、2号样地,弗州新接合霉的感染始于4月中旬,明显地迟于郁闭度大的果园。即使在3、4号样地流行病高峰期的4月下旬,桔全爪螨的种群密度(分别为0.22头/叶和0.38头/叶)基本接近3、4号样地的密度(分别为0.39头/叶和0.27头/叶),但感染率仅分别为9.1%和7.3%。整个

流行期的感染率始终处于低频度的地方病水平(感染率小于10%)。此外,1、2号样地的流行病期在5月下旬就完全结束,早于郁闭度大的3、4号样地。由于生态条件的影响,疾病对1、2号样地寄主种群的调控能力差,因而终于导致了6月上旬桔全爪螨密度的高峰期(分别为4.3头/叶和3.1头/叶),超过了一般规定的防治指标^[11]。

2. 消长原因初析: 疾病的田间消长,是病原、寄主、生境三者相互作用的结果。桔全爪螨种群的弗州新接合霉流行病,具有流行时间长,郁闭度大的果园发病率高的特点。我们认为,病原具有较强导致流行病的能力,是使流行病发生和发展的首要因素。

(1) 病原导致流行病的能力: 弗州新接合霉具有适度的毒力和较强的增殖力。实验室内用每毫升含 1.2×10^6 个分生孢子的悬浮液涂抹接种健康的桔全爪螨,20℃下保湿2天,死亡率为71.4%。田间即使在生境适宜的4月下旬,流行病高峰期的最高死亡率为58.1%。这样,田间经常存在一定密度的桔全爪螨种群,将源源不断地为病原的繁衍和再感染提供保证,而不至于因寄主种群的突然枯竭而导致流行病链节的中断。桔全爪螨个体虽然较小,但同样赋予病原较强的增殖力。当桔全爪螨感病2天死亡后,螨尸继续保湿8小时左右即可开始弹射分生孢子,数量在100—250个之间。压水片20℃下测定,2天后的分生孢子萌发率达81%,且绝大多数形成毛管孢子,因此整个生活史仅需5天左右的时间。只要条件适宜,短期内病原即可大量增殖,为再侵染提供充足的感染源。

除了通过气流、水滴等的一般传播途径之外,弗州新接合霉还具有独特的传播方式。笔者在用凡士林油涂抹玻片捕捉林间孢子时,却经常捕获到带有病原的螨尸,说明螨尸可以携带病原随气流扩散,这与Brandenburg的观察结果相同^[8]。病原除了主动弹射进行短距离扩散外,还有毛管孢子的末端具粘性的顶生体,桔全爪螨爬动时被粘着,也是短距离传播的途径

之一。在仅有一个带有毛管孢子的螨尸叶片上,随机地放上 10 头健康的桔全爪螨,6 小时之后即观察到 50% 的桔全爪螨体壁上带有 1—3 个毛管孢子。实验证明,毛管孢子是弗州新接合霉的主要侵染单位^[7],这种传播方式是导致病原流行的主要原因。

弗州新接合霉分生孢子不耐贮藏,在干燥的室温下保存 15 天后,萌发率即从 81% 下降为 7.8%,严重地影响病原在不利生境下的宿存力。而用感病螨尸在同样条件下保存,二个月后备温仍可复苏并弹射分生孢子。Kenneth 等曾观察到感病螨尸中病原的这种宿存能力可高达 11 个月^[8],很大程度上弥补了分生孢子寿命短的缺陷。此外,南平地区的弗州新接合霉休眠孢子易于大量产生,且存在于该病流行期的始末。由于田间积累了大量的休眠孢子,对于病原的越夏和越冬以至下一次流行病的产生都作好了准备。

由此可见,弗州新接合霉具有较强的导致流行病的能力,是南平地区桔全爪螨种群中虫霉流行病的主要原因。

(2) 生态因子的影响: 弗州新接合霉的消长过程,是果园生态系诸因子综合作用的动态平衡结果,是多种生态因子对病原流行能力的促进或削弱。试以降雨量等 7 个可能影响因子与感染率多元回归,降雨量和郁闭度具有显著的影响($P \leq 0.05$ 表 1)。从图 2 的降雨量直观

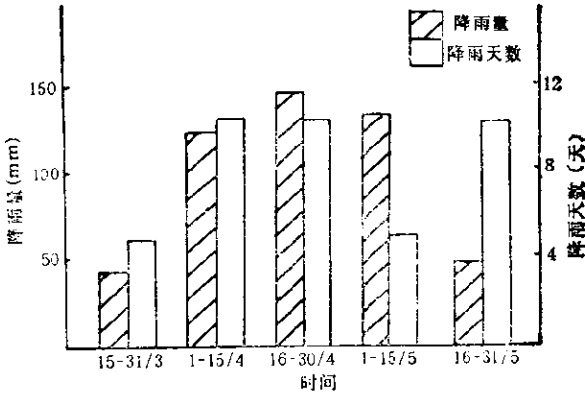


图 2 降雨量和降雨天数

分析,南平地区的最大降雨量在 4 月中下旬 (141.9mm),也是弗州新接合霉感染的高峰期,说明降雨量对流行病的发生和发展具有重要的作用。经室内比较测定,分生孢子在水滴和 90、75、65 和 50% 的相对湿度下,25℃ 二天后的萌发率分别为 62, 48, 27.3, 8.4 和 0%,说明水滴的存在会影响病原的侵入进程。同时,降雨量使果园湿度增高,有利于感染的螨尸分生孢子的形成和释放。有必要指出: 弗州新接合霉在水滴中萌发基本上为毛管孢子,而在较低相对湿度下则形成一定比例的次生分生孢子或菌丝体。毛管孢子是弗州新接合霉的基本侵染单位,因而水滴的存在必然影响毛管孢子的形成以及病原的感染性。郁闭度与感染率的相关性也非常显著。果园郁闭度的大小对病原的宿存、衍繁和侵入均可产生不同程度的影响,机理较为复杂,尚待进一步研究。如: 3、4 号样地的郁闭度均在 0.5 以上,流行病持续时间长,感染率高,显示了对桔全爪螨种群具有调节能力的生境特征;而郁闭度小的 1、2 号样地,疾病仅零星出现,因而最终未能控制 6 月上旬桔全爪螨种群的急剧上升。

有必要指出: 流行病数学模型的组建,是生态系错综复杂的生态因子间的动力学反映。本研究所得出的模型式,也仅仅是从动力学角度进行的初步尝试,在预测预报中的应用尚需多年的观察、检验和修正。

表 1 弗州新接合霉感染率与多因子关系回归结果

变 量			
X ₁ 虫口密度 X ₂ 日间温度 X ₃ 日间相对湿度 X ₄ 降雨量		X ₅ 降雨天数 X ₆ 郁闭度 X ₇ 植被复盖率 Y 感染率	
变量	F	R	回归系数
降雨量 (X ₄)	6.89	0.537	0.155
郁闭度 (X ₆)	27.21	0.789	49.03
常数			-17.04
Y = -17.04			
+ 0.155X ₄			
+ 49.03X ₆			

讨 论

1. 研究结果表明: 弗州新接合霉具有较高的流行潜力。在高郁闭度果园中, 该菌的流行病有效地调节着桔全爪螨的种群密度。因而, 以该菌流行病作为桔全爪螨的防治手段, 在实践上是可能的。

2. 生态因子的变化制约着弗州新接合霉流行潜力的发挥或削弱。在桔子园中, 各种耕作措施的使用对该菌流行能力的影响如何, 是弗州新接合霉在生物防治实践中必须解决的重要问题。

3. 南平地区的弗州新接合霉不同于其它国家的株系: 该菌的休眠孢子在桔全爪螨体内易于大量产生且贯穿于流行期始末, 田间休眠孢子聚积数量之大令人瞩目。因此, 在不同地域, 该菌的越冬越夏机制可能不同。

参 考 文 献

1. Weiser J and Muma M H: *Fla. Entomol.*, **49**: 155—159, 1966.
2. Macleod D M and Müller-köhler E: *Mycologia.*, **65**: 823—893, 1973.
3. 忻介六: 应用螨螨学, 第 73--75 页, 复旦大学出版社, 1988.
4. Ramaseshiah G: *J. Invertebr. Pathol.*, **18**: 421—424, 1971.
5. Kenneth R et al.: *J. Invertebr. Pathol.*, **19**: 366—369, 1972.
6. Brandenburg R L: *J. Econ. Entomol.*, **74**: 423—431, 1981.
7. Nemoto H et al.: *Appl. Ent. Zool.*, **14**(4): 376—382, 1979.
8. Brandenburg R L and Kenneth G G: *J. Econ. Entomol.*, **75**: 691—694, 1982.
9. Boykin L S et al.: *J. Econ. Entomol.*, **77**: 969—975, 1984.
10. Ben-Zeév I S: *Mycotaxon.*, **28**(2): 313—326, 1987.
11. 任伊森等: 柑桔病虫害防治手册, 第 93—96 页, 上海科技出版社, 1989.