

# 橡胶树南美叶疫病防治译文选

华南热带作物科学研究院科技情报研究所印

一九八二年三月

## 目 录

|                                                   |        |
|---------------------------------------------------|--------|
| 橡胶树南美叶疫病的治理·····                                  | ( 1 )  |
| 亚洲的环境条件对橡胶树南美叶疫病蔓延的适宜性·····                       | ( 9 )  |
| 苯菌灵、甲基托布津和代森锰锌在橡胶树叶片上的转移<br>及其对南美叶疫病病原菌的毒杀作用····· | ( 16 ) |
| 热带美洲橡胶南美叶疫病的概况和展望·····                            | ( 22 ) |
| 三叶橡胶属抗南美叶疫病的可能机理·····                             | ( 26 ) |

# 橡胶树南美叶疫病的治理

Chee, K.H.

橡胶树南美叶疫病是一种众所周知的破坏性最大的病害。目前采用化学方法和栽培方法已能控制此病。在不到10年的这段时期,在南美因此病的破坏性而产生的绝望已为乐观情绪所代替,从而恢复了对橡胶栽培的兴趣。

防治南美叶疫病可以采用三种方法:树冠芽接、培育抗病品种和施用农药。在高产而易感病品系的树干上冠接抗病树冠未能得到普及,这是因为需要增加基本投资、推迟成熟期和有关树冠/树干组合对抗病性和产量影响的资料不够充分。在巴西,用少花橡胶无性系PA31进行树冠芽接是有希望的,但是对PA31所具有的抗病性类型还了解得很少。福特汽车公司在三十年代开展的广泛育种计划和其后由巴西农业部执行的结合南美叶疫病抗性与产量的育种计划所培育出的适用于作商业规模种植的品系不超过12个。即使是这些无性系,要达到令人满意的生长和产量还需要进行化学保护,而且为了获得良好的经济收益也必须适当地采用这种化学保护。

为了提出一套适当的治理南美叶疫病的策略,必须考虑到此病的起源。人类把橡胶树从亚马孙地区动态稳定的三叶橡胶土生群落中引种到他乡并使之驯化。于是追求最高产量的人工选择代替了求取最大适应性的天然选择,这种做法势必消除了种间和种内的多样性变异。当把胶树更密集地种在一起时,这些胶树会死于前所未有的南美叶疫病。由于寄主遗传型相类似加上密植,不知不觉地促进了病原菌 *Microcyclus ulei* 从植株到植株的移动。为了对付这种流行病,人们进一步进行选择,最后采用了杂交方法以选择特殊抗性。这种育种程序使遗传基础进一步变窄,并经常剥夺了这些无性系的保护性的一般抗性 or 水平抗性。

## 治 理 策 略

### (一) 抗病育种

Van der Plank (1968) 把抗病性区分为垂直抗性和水平抗性两个基本不同的类型,从而发展了抗病性理论。他把垂直抗性的定义规定为仅对某种病原菌的若干小种有抗性,而



不能对抗所有小种；水平抗性的定义则规定为对所有的小种都有抗性。很明显，在早期的橡胶育种计划中没有考虑到水平抗性。那些曾经是抗病的无性系，现在受到了严重侵染。现在强调水平抗性，以便培育出一个可以免受 *M.ulei* 的多个小种侵害的无性系。为找到这样的无性系，必须把无性系放到广泛分布的国际性苗圃中，使之适当接触这种病原菌的遗传变异性。在各地应该尽可能利用把变异性增加到最大限度的本地苗圃。

我更喜欢用“田间”抗病性来代替 Van der Plank 的水平抗性，以便能包括诸如使病原菌不产孢、因早越冬或迟越冬而避去病害和叶片脱落有限这样一些有用的无性系特性。

通过引进一个新的、具有新抗性基因的无性系对 *M.ulei* 施加压力，可能导致出现一个为这个新无性系所不能抵抗的生理小种。但这个无性系并不失去抗性。已经发生的情况是能动的病原菌通过适应性选择，对一种改变了的新环境作出反应。作为正确的病害治理策略，必须持续改变寄主基因型用以对付病原菌群体遗传成分中可能发生的变化。很明显，对橡胶树这种长期作物要做到这点是有困难的。因此，我们借助于杀菌剂。杀菌剂与抗病性是完全不相矛盾的，应该将它列为我们的病害治理手段。

## （二）杀菌剂的使用

病害治理策略的目的必须在于减少发生病害的接种体数量，或是减少病害在植物群体中的增加速率，或是使这两者都减少。按传统做法我们曾把目标集中在减少病害发生率；但是这样做时，我们忽视了病害发生率、病原菌种群和 / 或病害增长率之间的相互关系。

在特立尼达橡胶苗圃中，按正常株行距种植而行间种有其它无性系的 RRIM 600，看来是一个中等感病的无性系。但是，当 RRIM 600 植于同一苗圃密植小区并被高度感病无性系 GT 1 所包围时，它的感病率会从中度变为严重。在这种情况下出现的高发病率完全是由于受到大量接种体攻击的结果。当用一个叶片染病后坏死严重但病斑产生很少分生孢子的 RRIM 605 不知父本实生树代替 GT 1 时，RRIM 600 的病害严重度看不到有所改变。同样，PR107 的病叶产生的子囊壳非常稀少，它在尽量降低病害流行率中应该是有实用价值的。RRIM 600 是巴西唯一广泛种植的东方无性系，尽管其南美叶疫病感病性较高，但它的感病程度仍比 RRIM 501、RRIM 605、RRIM 701、PB 86、Tj 1 和 AV 1301 要轻。

通常有两种方法能增进杀菌剂的效力。第一种方法是只在需要时，即根据预报系统施用杀菌剂，这对防止南美叶疫病来说不大可能有什么实用价值。第二个方法是调节施药频率以补充无性系的水平抗性。对大多数植物来说都没测量过水平抗性的程度，而且没有可靠的准则可供利用。然而，我们确实能依靠利用 RRIM 600 这种中度感病性的无性系而使用较小量的杀菌剂。

因为南美叶疫病病原菌能在一个季节内产生许多世代的分生孢子和子囊孢子，我们可以把它看作是一种有“复合影响”的病害。因为在一个季节产生的接种体可能在同一季节发生病害，所以病害按复合的速率增加。Van der Plank (1965) 有一个公式描述这种“复合影响”的病害在一个季节内的增加速率：如果  $X$  是任何时候染病组织（或接种体）的数量大小，和  $r$  是任何时候病害（或接种体）增长速率，则  $dx/dt = rx(1-x)$ 。



这个公式使影响一种病害流行严重度的两个变数等同起来。第一，原始接种体（或染组织）数量 $x$ （在 $t=0$ 时）决定着病害流行的起点，如 $x$ 大，则可能引起严重的流行。第二，接种体的侵染率 $r$ 被看作是接种体的侵染能力。如果 $r$ 高，则可能发生严重的病害流行。某种病害的流行病学特征有助于指出在某项病害治理计划中最有效地使用农药的途径。对于象南美叶疫病这样的病害，由于接种体增加迅速和原始接种体数量大，必须致力于从这两个方面予以抑制。诸如叶片潮湿度、相对湿度和温度之类的环境因子可能影响 $r$ 和从而显著地影响病害的发展。除非充分改进预报技术，要决定是否需要进行化学防治那将是不容易的，尽管潜在 $r$ 较高时可能要比潜在 $r$ 较低时需要施用更多的杀菌剂。

病害蔓延速率由下列四种因素决定，即寄生叶片发育的广度和阶段、寄主和病原菌的遗传性、杀菌剂的应用和物理环境。对真菌和病害来说，其侵染率进一步受到下列四种因素的支配：（1）侵染的形式——降落在健康组织上的孢子中已经萌芽和产生新病斑的孢子所占的比例；（2）潜伏期——从出现新病斑到开始产孢所需要的时间；（3）新病斑的产孢强度；（4）侵染性期限——病斑能产生孢子的时间。流行病害的经济治理要求把侵染率降低到零，即一个病斑的后代只能是一个病斑或更少些。

我们将关心于如何减少接种体的产生速率即 $r$ （表观侵染率）。定期施用杀菌剂可以防止侵染和/或减少病菌生长率或减少产孢，从而减少表观侵染率。

### （三）杀菌剂的效果

由于主要依靠化学防治而会引起产生抗农药的 *M.ulei* 菌系的可能。从迄今为止的经验来看，抗性突变系的出现主要取决于农药的类型而不是取决于病原菌。或许代森锰锌对付抗性的可能性要比苯菌灵和甲基托布津大得多。这种差异似乎主要是由于药物作用的靶位数不同。如仅在单一靶位、一种蛋白质中发生变化，则会使病原菌对苯并咪唑类产生高度的抗性。相反，因为二硫代氨基甲酸盐能抑制体外20种不同的酶，病原菌要通过这种机制产生高度的抗性则需要许多不同靶位都发生变化。

在用来防治南美叶疫病的4种杀菌剂中，代森锰锌、百菌清起非专化性作用，而苯菌灵和甲基托布津起专化性作用。前两种杀菌剂杀死萌芽的真菌孢子而不渗入植物体内，即植物通过角质层屏障而防止这类药剂的渗入。这些药剂在这种真菌内部，同蛋白质、或核酸、或其前体中的巯基、氨基、羟基或羧基基团发生明显的非专化性化学反应。因为这些杀菌剂对细胞的多种主要成分同时起化学反应而产生一种多靶位作用，所以不可能引起这种病原菌产生有效的抗性。

迄今还没有关于 *M.ulei* 对苯菌灵或甲基托布津产生抗性的记载。这或许是由于这些内吸性杀菌剂的施用时间还相当短，而且在大多数情况下与代森锰锌交替使用。这种状况可能会有所改变，因为植物病原菌对内吸性杀菌剂产生抗性现已是一种众所周知的普遍现象。

抗性病原群体在田间形成的速度受到病害类型和这种病原本性的影响。在使用杀菌剂时，产孢丰盛的病菌（如 *M.ulei*）群体的抗性要比生长缓慢和不形成气生孢子的病菌发展得更迅速。

目前交替使用不同农药和结合使用不同作用方式的农药的策略,应该有助于大大延缓和减少 *M.ulei* 产生抗药性的危险。假如发现这个病原群体产生了抗性,那就应该立即取消这种农药的使用。那些与原来用的农药有正相关的交叉抗性关系的农药,也应该排除不用,因为它将诱发病原产生相同类型的突变系。

粉锈宁和 RH 2161 是新的内吸性杀菌剂,苗圃试验表明它们对南美叶疫病有优异的防治效果(表1)。Silva 等(1978)发现,在巴西苗圃喷药试验中,粉锈宁具有良好的防效。可以把粉锈宁和 RH 2161 列入本病防治计划中予以推广。这样,这类非苯并咪唑类内吸性杀菌就可与苯菌灵和甲基托布津交替使用。对南美叶疫病有效的传统杀菌剂百菌清未被广泛使用,这或许是因为它不如代森锰锌那样容易买到。单独使用一种杀菌剂来防治南美叶疫病似乎是靠不住的。尽管敌菌丹的粘性和稳定性使它有可能成为在防治苹果疮痂病时单独使用的一种杀菌剂,但对南美叶疫病,或许除了在药剂能由老叶再分配到嫩叶的苗圃以外,似乎不可能采用单施一种杀菌剂的方法。重复施药是必需的,因为喷过一次药的叶片,药剂会由于风蚀、水蚀和因叶片伸展而发生化学分解及稀释而告迅速耗尽。此外,因为新的未受保护的叶片的增加和早期喷药残留的损失,也需要重复施药。

现在可以实际应用于栽培作物的内吸性杀菌剂,仅仅沿着蒸腾流的方向在植物体内移动。所以可将内吸性杀菌剂施在土中,由此利用它们的内吸性能。遗憾的是当把这些内吸性杀菌剂施在根部时,它们在木质组织中移动的范围不大。但是将苯菌灵施在幼龄苹果树的根部,偶而也有防治白粉病的效果。在土壤施用内吸性杀菌剂从防治聚乙烯袋育苗的南美叶疫病的研究工作尚未开展。

表1 新的内吸杀菌剂防治南美叶疫病的效果

| 杀 菌 剂       | 浓度(有效成份%) | 叶 片 坏 死 (%)    |
|-------------|-----------|----------------|
| 粉锈宁*        | 0.05      | 1.77#          |
| 甲基托布津*(对照1) | 0.07      | 2.67#          |
| RH 2161 *   | 0.08      | 2.80#          |
| 瑞毒霉*        | 0.10      | 8.38           |
| 水(对照2)      |           | >30.0 S.E±0.75 |

\*可乳化浓缩剂 + 可湿性粉剂

# 邓肯多变量数群,它们之间未达到5%水准的显著性差异

在越冬期可能更有效地吸收杀菌剂之时,将内吸性杀菌剂注射到树干以防治南美叶疫病的可能性也需要加以研究。采用特殊的树干注射法已能使药剂在较大距离的范围内转移。Pinkas 等((1973)在用加压注射药剂后的苹果树顶端枝条和叶片中,探测到噻苯并咪唑。Shabi 等(1974)指出在落叶前,对梨树注射 Carbendazim 或噻苯并咪唑,药剂随



即迅速转移。在下一个季节中，凡有杀菌剂到达的叶片，都控制了疮痂病的发生。

#### (四) 用油作载体

近年油与杀菌剂的混合剂型在促进叶片病害的防治中已日益变得更重要。在马来西亚使用油基杀菌剂防治橡胶叶片病害已获得成功。据此，在南美叶疫病的防治中也可用油或一种油/水乳剂作杀菌剂的载体。油和杀菌剂结合使用通过改善覆盖度和渗入性而改进了病害防治效果。因橡胶叶片有一广泛的腊质层而有拒水性，因此用油作载体是很重要的。对巴伦西亚橙树施用 175 微克/毫升苯菌灵 + 1% 油所形成的 2-甲基苯并咪唑氨基甲酸酯残留物，与施用不加油的 500 微克/毫升苯菌灵的一样多。

#### (五) 使用表面活性剂

表面活性剂对喷射溶液和悬浮液产生的主要物理作用是减少表面张力、减少界面张力和减少喷射液滴与平面的接触角。在决定一种喷射悬浮液在植物表面是否铺展均匀的因子中，接触角是至关重要的。Furmidge (1962) 计算过用氯化十六烷基吡啶作表面活性剂时沉积物留在橡胶叶面和其它作物叶面上的保留系数(图1)，而且发现在大多数情况下沉积物随着表面活性剂浓度的增加而减少。在低浓度范围内这种现象特别明显。以橡胶叶片来说(曲线A)，少量增加氯化十六烷基吡啶就能使保留系数有相当大的增加。

在巴西，主要用表面活性剂 Triton X 114、Ag-bam 和 Atarbane 作为乳化剂和辅助剂以提高防治南美叶疫病用的杀菌剂的效果。然而，表面活性剂中有一些本身就可能具有杀菌性能，这一点已在用几种 5% 浓度非离子表面活性剂喷在产有子囊壳的叶片上的橡胶苗圃试验中得到证明。Triton X102 能彻底防止子囊孢子的释放(表2)。

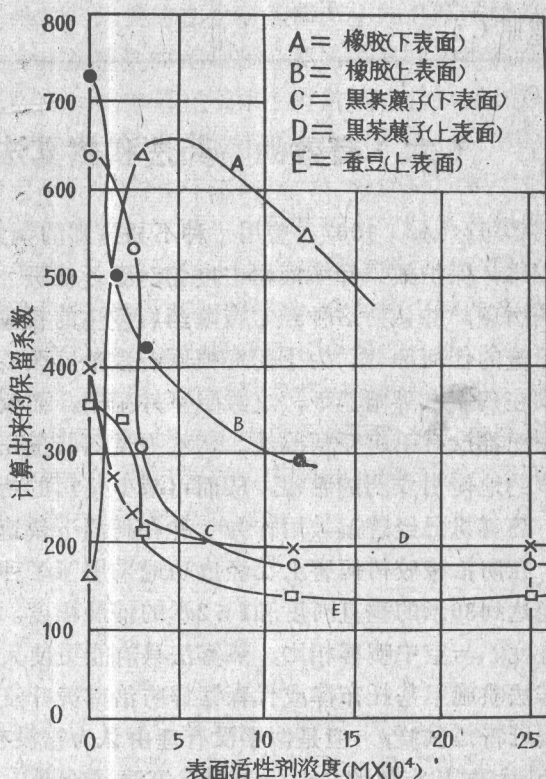


图1 用氯化十六烷基吡啶作表面活性剂时，沉积物留在橡胶叶面和其它作物叶面上的保留系数

表2 5%和2% (列在圆括号内的数值)浓度的表面活性剂对 *M.ulei* 子囊孢子释放的影响 (5个试验的结果)

| 药 剂          | 5 %浓度下的药害 | 10片叶中释放子囊孢子的叶数 |
|--------------|-----------|----------------|
| Triton X 45  | 有         | 3              |
| Triton X 110 | 无         | 4              |
| Triton X 102 | 无         | 0 ( 1 )        |
| Triton X 114 | 无         | 4 ( 3 )        |
| Triton X 305 | 无         | 7              |
| 表面活性剂 N 42   | 有         | 3              |
| Triton N 57  | 有         | 5              |
| Triton N 101 | 无         | 4              |
| 对照 (水)       |           | 6              |

## (六) 有效的喷药法和热雾法

Courshes (1967) 曾用一种不易挥发的铜素杀菌剂防治马铃薯晚疫病, 结果证明与对照相比, 保护效果和喷液覆盖度相一致。他进一步指出在铜剂沉积物的亮蓝色微粒下面长出一些病斑, 并认为这种经常在喷药后发生的侵染可能出现在非常接近杀菌剂的位置和未受喷液覆盖的任何部分。为了研究把原有覆盖度改变为更完善的覆盖度时的再分配作用, 他将植物放在蒸馏水降雨器下, 或置于室外雨中, 而侵染如前。令人惊奇的是, 人工再分配或自然再分配都没有引起任何改进。这就为试图获得完全的喷液覆盖提供了一个前提。它也提供了更节约地使用农药的希望, 从而可减少使用的药剂数量, 降低成本和减轻残留物的公害。

热雾机已经普遍被用作为一种在高温下快速加热农药、以散发有毒蒸汽杀灭害虫的工具。在防治橡胶树病害上已经成功地采用了这种施药方法。这类机器中有些排出的烟雾剂雾滴能达到30米的垂直高度和152米的铺展幅度。叶片被这种烟雾包围从而达到尽可能完美的覆盖度。与空中喷雾相比, 热雾法具有能更使人容易制订出一项灵活的施药计划的优点。用热雾法喷施甲基托布津或代森锰锌防治南美叶疫病, 已获得良好效果。对苯菌灵, 尚未用热雾法进行过试验, 但是似乎没有理由认为它没有效果。同样, 虽然百菌清用于大田防治 *M.ulei* 时是有效的, 但尚未用热雾法试验过。与其它杀菌剂相反, 百菌清的升华温度低, 因此具有低温下被汽化这一好处。现在市场出售它的一种20%热粉剂型, 商品名称叫做 Xotherm Termil。假如将这种农药与锯木屑一起放在圆桶 (喷射油容器) 中燃烧时确能防



治南美叶疫病，则值得进行试验。热雾法的缺点之一是加热会使药剂中的有效成分与其它成分分离而挥发掉。这导致药剂沉降在叶面上时粘性很差。使用 Tifa 烟雾发生器可以少许克服这种缺点，因为药剂被注入远离燃烧器的排气尾管末端，药剂受热较少。

## （七）人工脱叶

在南美，橡胶树越冬常常是不规则的，在计划化学防治时应该考虑到这点。因为越冬不规则，就需要在叶片易感病的阶段重复地和频繁地施药。但是，如果对胶树进行人工脱叶使胶树在施用杀菌剂时均匀一致地落叶，则就能避免重复地和频繁地施药。据发现，在马来西亚，每公顷喷一次 1.5 公斤二甲肿酸 + 4.5 升水，或者如最近施用一种更有效的脱叶剂——脱叶亚磷，都能有效地人工控制胶树越冬。种植一些在同一时间越冬的无性系，由于不给致病菌连续提供易感病的幼嫩叶片，可能有一些好处。

## （八）提出的病害防治计划

只要有易感病的幼嫩叶片和天气潮湿，或者因密植或地势低洼而致大气湿度很高时，南美叶疫病就会流行。在苗圃和幼龄胶园施用杀菌剂的目的在于防止新产生的易感病叶片受到严重侵染。这里，经常施药（至少每周一次）和杀菌剂的充分覆盖度比杀菌剂种类的选用及其浓度更为重要。在成龄胶园，最初一轮施药应该喷甲基托布津（有效成份 0.14%）保护嫩叶和防止从尚未凋萎的老叶上释放子囊孢子。就抑制子囊孢子释放来说，甲基托布津的胶悬剂比可湿性粉剂效果更好。当 80% 以上植株有 80% 以上叶片达到 14 天叶龄而对侵染产生免疫力时，最后两轮喷药也应该用甲基托布津（有效成份 0.07%）。甲基托布津对具分生孢子的病斑的作用在于防止形成能起侵染作用的子囊壳，从而消灭下年的初侵染源。在中间几轮的施药中使用苯菌灵是有效的，因为苯菌灵有更持久的和抗产孢的特性。这两种内吸性杀菌剂按 5 天间隔期、用热雾机施用，将使易感病叶片免受侵染和把接种体减少到低水平。

要达到有效地治理病害不只是呆板地遵守这个建议。可以根据盛行的气候条件、无性系感病性程度和胶树生势（假定在任何时候施肥都是适当的），在确定施药时间、选用药剂及其浓度方面采取更灵活的安排。其目的在于用最少的费用获得最大的叶片保留量，而这取决于我们对寄主、病原菌、农药应用和环境之间相互关系的认识深度。

## 将 来 的 发 展

在病害治理计划中，农药将继续是一有力的工具，但今后使用时似乎应该更多地考虑在生物学、环境的经济等方面的作用。病害治理的进展将来自包括施肥、除草和防止割面在内的综合防治方法以及新的杀菌剂。这些新杀菌剂将是一些破坏生态较少的、生物学活性有一定限制的化合物，它们将被转移到胶树叶片中，而且能促进那些对病原菌有拮抗作用的

附生微生物群落的生长。

根据在特立尼达（马来西亚橡胶研究院试验站）和在巴西所得的有关病原菌生态学、病害流行学与其它基本生态系之间相互关系这方面的知识，从1977年以来巴西的固特异胶园和Pirelli 胶园已着手制定一项尽量减少病害和增加橡胶产量的治理策略。它们进行治理的目标，通过正确施肥、恢复植株生势和用一种灵活的热雾处理计划代替常规喷药方法以控制病害，已经显然得到实现。经过治理的 1,100 英亩以上的成龄胶树，处理头一年产量增加近30%，第二年增产38%，现在产量达到每公顷750公斤干胶，而处理费用相当于每年每公顷40公斤干胶。

对使用杀菌剂的知识掌握得越多，对杀菌剂的应用管理得越明智，则用化学防治方法治理橡胶病害的成果也越大。

（《The Planter》56卷 653期 1980年 张开明译 杨炳安校）



# 亚洲的环境条件

## 对橡胶树南美叶疫病蔓延的适宜性

Chee, K.H.

### 一、南美叶疫病会进入亚洲吗？

Nutman等(1960)指出,引起咖啡叶锈病的咖啡驼孢锈菌的夏孢子由雨水溅散而传播,但传播距离很近。象南美叶疫病一样,咖啡叶锈病病原菌没有别的寄主植物,而且也不是种子带菌传播的,但是在任何远离其它咖啡园的用种子繁殖的咖啡园中,却很快发生叶锈病。最近,巴西的一些咖啡园已经发生咖啡锈病,这是西半球首次发生此病。这说明叶锈病已越过海洋而开始在巴西定居了。那么南美叶疫病总有一天会越过海洋而在东南亚的胶园定居,这难道是不可能的吗?

### 二、各种孢子在侵染中的作用

M.ulei能产生三种类型的孢子:分生孢子,侵染后不久在染病嫩叶上,起着局部传播本病的作用;子囊孢子,在老叶上被称的子座的结构特殊的子囊壳中形成,起着使本病由一个季节带到下一个季节的作用;性孢子,它不发芽,似乎没有侵染作用。

Stahel(1917)认为子囊孢子能在田间造成少量侵染,但Langford(1945)的意见是,子囊孢子和分生孢子都会造成田间侵染,而分生孢子更具实际的重要性。最近,Chee(1976、1977)的研究证明,子囊孢子同分生孢子一样地容易侵染橡胶嫩叶,这两类孢子在南美叶疫病的流行中起着同等重要而各不相同的作用。在旱季很少发现分生孢子,而且它们不易发芽。相反,子囊孢子却整年都有出现。接近湿季末期在病叶上形成的子囊壳恰好在下个湿季到来时成熟。那时,由这些子囊壳中释放出来的子囊孢子将引起一次新的病害侵害染循环。染病嫩叶转而产生分生孢子,它们的数量远远多于子囊孢子,它们无疑地起着使病迅速蔓延的作用。

Stahel (1917) 曾认为, 性孢子没有侵染性的说法, 根据这类孢子萌芽率非常低的迹象, 或许是正确的。

### 三、孢子的释放和散播

除非同时震动叶片, 速度高达每小时15公里的干气流也不能移动 *M.ulei* 的分生孢子, 即使当时释放的分生孢子主要是单个的孢子。相反, 如果将水喷在带分生孢子的病斑表面, 则立即有孢子释出。降雨后检查嫩叶的结果表明, 大于1毫米的雨滴趋向于汇集在主脉上, 而小于1毫米的雨滴不规则地散布在叶表面。随机采集的100片染病叶样表明, 绝大多数产孢病斑出现在叶脉上或邻近叶脉处; 73%的病斑(占总叶面积的23%)集中在叶脉上, 其余27%的病斑全部在叶脉间。这些观察结果表明, 在南美叶疫病的流行中降雨起着极重要的作用。分生孢子的发芽和侵染取决于自由水或饱和大气湿度。Holliday(1969)和Chee(1976)研究过孢子散播的日周期性, 发现空中分生孢子总数的显著增加无例外地与降雨有关。他们曾经观察到, 连续降雨半小时会从叶斑上冲走差不多所有的分生孢子, 但在无雨天即使风速达到每小时13公里, 整天检查的结果表明, 叶斑上的分生孢子并没有明显减少。降雨可能通过机械作用而具有一种释放孢子的启动作用; 连续降雨终于会将分生孢子从叶面全部冲下和分散到空中。

Langford(1945)认为风是散播 *M.ulei* 孢子的重要动力, 但他不否认雨水是大量孢子最有效的散布者。在特立尼达, 最大风播量出现在10时到12时——这时正是一天中的高温时间, 强烈的辐射会杀死孢子。所以靠风传分生孢子远距离传播本病可能因孢子死亡而无效。在特立尼达, 雨天孢子捕集器捕捉到的分子生孢子要比无雨天的多得多, 而且有更多的、成团出现的分生孢子。单个孢子形成侵染的可能性要比孢子团的小, 孢子团产生的病斑也较大。

新种的植株较低叶蓬的叶比较高叶蓬的叶总是受到更严重的侵染, 表明在重力影响下的雨水溅散侵染作用。在实验室, 雨水冲洗过的分生孢子萌芽显著地较高, 表明雨水有除去孢子萌芽抑制物质的作用, 从而增强了雨传孢子的侵染性。

水滴散播孢子的范围限于在相当近的距离内, 因而预计病害发生的范围是有局限性的。然而, 只要回顾一下咖啡锈病的历史就不应该因为雨水散布孢子的范围小而对东南亚尚未出现南美叶疫病产生放松的情绪。

### 四、孢子的生活力

#### (一) 分生孢子

Stahel(1917)和Langford(1945)在对孢子生活力和存活期的观点上有分歧, Stahel提出分生孢子的生存期略少于24小时, 子囊孢子的大约是6小时, 推测起来, 这是在常温和



荫蔽的干旱条件下测定的; Langford发现, 在27℃、相对湿度70%的条件下经历了3天后萌芽率仍然很高, 7天后则很少发芽。Arlett (1961) 发现, 在通常的实验室条件下分生孢子能存活12周。Chee (1976) 也肯定了这种长得令人惊怕的存活期, 病叶贮放在干燥器中15周, 或冰冻2周或在40℃保存7天后, 叶斑中的分生孢子仍有50%萌了芽。然而当相对湿度增加时, 分生孢子的寿命就会减短, 在85—95%相对湿度下, 叶斑上分生孢子的存活期少于3周, 在100%相对湿度下, 显然因病斑中原生动物和细菌大量发展, 分生孢子在1周内被杀灭。脱离叶斑的分生孢子, 其存活期与留在叶上的一样长, 特别是成团出现的分生孢子。通过植物、植物部分或人体携带分生孢子传播南美叶疫病看来是有可能的。而人体传播特别重要, 因为已从参观过发病苗圃的人的衣服和指甲上检验到 *M. ullei* 的分生孢子。让传病媒介在一个不种橡胶的湿热地区停留若干天似乎是一种有效的消毒方法。

## (二) 子囊壳和子囊孢子

直到最近, 对子囊壳和子囊孢子的存活期是不甚了解的。通常设想子囊孢子因受子囊壳保护, 其存活期比分生孢子长。事实上子囊壳和子囊孢子的存活期是不相同的。从实际出发, 子囊孢子的寿命是完整的子囊壳的存活时间和释放出来的子囊孢子的存活时间的总和。在离体叶片上, 子囊壳释放子囊孢子的能力持续3天到3周不等, 随叶面是否有自由水而定。湿润的叶片促进子囊壳迅速释放孢子而很快把孢子释尽, 而非常干燥的叶片大概会伤害子囊。刚从子囊壳释放出的子囊孢子能存活达2周。所以, 子囊孢子在子囊壳中最多存活3周, 释放后存活2周, 这要比分生孢子的存活期短得多。

# 五、天气对南美叶疫病的影响

## (一) 病害预测

对特立尼达1965年到1967年和1973年到1975年的气象资料和孢子计数进行分析研究的结果表明, 如果每日低于22℃的温度持续13小时以上, 大于92%的相对湿度持续10小时以上和降雨量在1毫米以上, 这样连续7天后将发生南美叶疫病。

## (二) 降雨

断断续续的降雨天气比连日大雨更适于南美叶疫病的发生。Stahel 早已在1917年就观察到这一点, 从那时以来又多次得到肯定。特立尼达东北部(年降雨量250厘米或更多)的南美叶疫病就不及西北部(年降雨量130—250厘米)严重。同样, 在纳瓦霍阿(东危地马拉, 年降雨量250厘米)由南美叶疫病造成的损失比在拉斯克拉维里拉斯(西危地马拉, 年降雨量350厘米)更大。据认为, 降雨量的影响是由于大雨, 特别是一段长时期的大雨, 能有力

地冲掉大量接种体，而经常有小雨的潮湿条件却有利于病害的发展和传播。在特立尼达，经常观察到在每天降雨20毫米以上的日子里，病斑上的分生孢子全部冲掉了。

东南亚的降雨量似乎适于南美叶疫病的发生，但是病害严重度将取决于降雨的分布情况。在马来西亚，整个内陆地区每天的降雨模式是在下午的中段或稍迟出现高峰。这种降雨模式会延长叶片潮湿期，从而延长有利于侵染的时间。

### (三) 湿度

*M.ulei*的分生孢子在干燥条件下存活最久，但是分生孢子的产生和萌芽需要高湿。表1表明，在那些一个月内有18天以上相对湿度连续10小时超过95%的月份，种在巴伊亚（巴西）和特立尼达的易感病无性系受到*M.ulei*的严重侵染，在特立尼达，当每月至少有7天达到临界水平时则出现中度侵染。表1也显示出就西马来西亚而论，森美兰的气候条件整年都适于南美叶疫病的严重发生，遗憾的是只列举了西马来西亚三个邦的记录数据。

Langford (1945) 在中美报导，叶上有露水形成的时间经常超过8小时，这对*M.ulei*的侵染来说是必需的条件。这些观察连同特立尼达的研究结果都表明，一个月内有12天以上夜晚至少连续10小时相对湿度超过95%时，就会广泛发生南美叶疫病。这些观察与Stahel (1927)的一篇早期报导是一致的。在柔佛4月至12月和在吉打4月至11月都纪录到每天连续10小时以上相对湿度超过90%，而1月至3月平均每天只有6小时达到同样的相对湿度（马来西亚气象局1971—1975）这意味着在马来西亚，除抽叶期开始时相对湿度不适宜外，一年中绝大多数月份的相对湿度是有利于南美叶疫病的发生的。

### (四) 温度

体外生长和分生孢子产孢的试验证明*M.ulei*分生孢子萌芽和子囊孢子释放的最适温度为23℃以下。马来西亚低地的最低温度为21—24℃，最高温度为29—32℃，马来西亚的平均温度稍高于南美叶疫病的最适温度。在惯常越冬后的抽叶期，叶片正处于易感病阶段，整个马来西亚低地的平均温度最好在23℃以上。从1月至5月，在柔佛，据记载每天只有2小时温度低于24℃，在吉打有4小时（马来西亚气象局，1971—1973，1975），由此可见，有利于*M.ulei*的最适温度不是经常有的。



表1 各月夜晚相对湿度连续10小时达95%以上的天数

| 月 份 | 巴 西<br>巴 伊 亚*    | 特 立 尼 达*         |                 | 马 来 西 亚** |     |       |
|-----|------------------|------------------|-----------------|-----------|-----|-------|
|     |                  | 内 地              | 沿 海             | 吉 打       | 霹 雳 | 森 美 兰 |
| 一 月 | 22 <sup>++</sup> | 7 <sup>+</sup>   | 6               | 0         | 7   | 14    |
| 二 月 | 18 <sup>++</sup> | 12 <sup>+</sup>  | 4               | 7         | 1   | 21    |
| 三 月 | 22 <sup>++</sup> | 17 <sup>+</sup>  | 3               | 0         | 14  | 17    |
| 四 月 | 26 <sup>++</sup> | 4                | 2               | 0         | 27  | 23    |
| 五 月 | 26 <sup>++</sup> | 3                | 7               | 0         | 25  | 25    |
| 六 月 | 27 <sup>++</sup> | 14 <sup>+</sup>  | 5               | 16        | 29  | 29    |
| 七 月 | 24 <sup>++</sup> | 16 <sup>+</sup>  | 9               | 0         | 24  | 30    |
| 八 月 | 21 <sup>++</sup> | 21 <sup>++</sup> | 11              | 14        | 21  | 30    |
| 九 月 | 18 <sup>++</sup> | 23 <sup>++</sup> | 19 <sup>+</sup> | 27        | 0   | 29    |
| 十 月 | 22 <sup>++</sup> | 25 <sup>++</sup> | 18 <sup>+</sup> | 29        | 0   | 30    |
| 十一月 | 20 <sup>++</sup> | 25 <sup>++</sup> | 13 <sup>+</sup> | —         | 29  | 29    |
| 十二月 | 20 <sup>++</sup> | 17 <sup>++</sup> | —               | —         | 28  | 30    |

注： \* 作者未公布的资料

\*\* Lim, T. M 博士转来的资料

+ 和 ++ 南美叶疫病中度和严重侵染

— 无可用的资料

## (五) 气 流

海风有减轻南美叶疫病所造成的损害的作用，推测这是通过缩短相对湿度高的时期。因此，种植在特立尼达东海岸的橡胶树仅遭到轻微的侵染。

在马来西亚，能阻止绯腐病严重侵染的海洋性气候或许也能减轻南美叶疫病侵染的严重程度，尽管橡胶树的其它叶病似乎不受海风影响。在分别受西南季风和东北季风影响的朗卡维和东海岸，也可能避过严重的侵染。地方性风可能有吹散轻雾的好处，在南美轻雾有利于南美叶疫病的严重发生。

## 六、东南亚的南美叶疫病的可能来源

南美叶疫病病菌孢子由风、雨和昆虫散播，它容易在橡胶苗圃小径两边发展。人是一种有效的传病媒介。通常认为，此病能通过某些情况的一种不幸配合而引进东南亚。因此没有理由放松东南亚现有植物检疫条例的严格的规定，限制和防止南美叶疫病侵入的一切措施必须保留。完全有理由去深入研究与本病有关的问题和继续培养抗南美叶疫病的橡胶无性系。

*M.ulei* 象橡胶树粉孢和盘长孢状刺盘孢一样侵染柔软的叶片和嫩组织。正如后两种病菌引起的病害那样，在诱致植株染病的气候因子中毫无疑问最重要的是降雨。在巴西巴伊亚州南美叶疫病严重发生，该州雨量分布均匀，年降雨量超过210厘米。然而圣埃斯皮里图州却避过了该病的严重侵染，那里年降雨量只有120厘米，在胶树抽叶期有一明显旱季，那时四个月中每月雨量少于7厘米。Rao (1973) 比较过 *M.ulei* 和橡胶树粉孢、盘长孢状刺盘孢的流行病学，并且绝言南美叶疫病的流行学与叶炭疽病较接近。然而，仔细考察南美叶疫病在不同气候条件下的发生情况和该病菌的生物学，将会赞同 *M.ulei* 的行为也可能象橡胶树粉孢那样的预言。诚然，就叶面释放分生孢子论，*M.ulei* 的非可湿性孢子的行为与橡胶树粉孢相同，但就由雨和风散播的方式论，则与橡胶树粉孢和盘长孢状刺盘孢两者都相似，据信，后一种真菌是由雨和风散播的。在那些白天多云（紫外光能杀死孢子），夜晚凉爽（利于子囊孢子释放）并有轻雾或小毛毛雨（适于分生孢子产孢和萌芽）的地区，南美叶疫病的发生可能同降雨连绵地区一样严重。橡胶树粉孢每年在分散的叶蓬上存活，特别是在荫处的叶蓬上，并在越冬后形成的嫩叶上大量发生。*M.ulei* 在老叶上同样能存活，而且一年到头都能提供子囊孢子接种体。

如果南美叶疫病传到东南亚，在斯里兰卡和印尼的某些部分将具有同等的破坏力，特别在那些遭受白粉病严重侵害的地方。

南美叶疫病很可能将首先在苗圃中被发现，并可能早一个月左右前就开始发生而形成了若干病斑。即使在高效率的马来西亚橡胶栽培业中，要期望在病症出现后一个月内侦察出此病也似乎是偏于乐观的。在不采取铲除病害的措施下，病害在二年至五年内最终可以把这些苗



圃完全摧毁。这时，此病可能已经蔓延到许多英里远的地方，以后的蔓延预计将更迅速。两种象 *M. ullei* 那样气传孢子 在白天释放量最大的叶部致病菌，即多堆柄锈菌和烟草霜霉菌，已在近年扩展了它们的发生范围，它们以每年大约 700 英里的速率在高度易感病的寄主群体中蔓延。

南美叶疫病在巴西气候条件不同的地区广泛发生，但病害严重程度各有不同。在马来西亚，万一发生南美叶疫病，气候条件未必不可能限制该病在那里发展。此外，Beeley(1932) 和 Sharples(1936) 曾经认为，马来西亚的气候即温度太高和温度过分易变，不适于橡胶树粉孢的最适发展，但是最近十年白粉病在马来西亚为害的经验与他们的看法略有出入。

南美的胶树越冬经常是不规则的，在考虑南美叶疫病的严重度和气候影响时，这一点必须加以注意。可以这样推断，在马来西亚不利于南美叶疫病发生的因素是：无弥漫的轻雾，常温高于叶疫病发生的最适温度，换叶期较短以及换叶期出现在一年较干旱的时期；而有利于南美叶疫病发生的因素则有：通常雨量高而且没有非常明显的干旱季节，整年都有嫩叶发生等。在马来西亚最有利于南美叶疫病发生的最重要的因素是该国种植的无性系材料都是高度易感南美叶疫病的。尽管最近的研究结果已表明，通过空中或地面喷雾，或用热雾剂的方法施用甲基托布津、苯菌灵或代森锰锌能够控制南美叶疫病。但是，预期在东南亚六百万公顷橡胶植区要在整个抽叶期每隔 1 周喷药一次将是一项十分艰巨的任务，更不用说对植胶业的经济将是一个严重打击。

为了保护我们的橡胶树免受南美叶疫病的蹂躏，严格的植物检疫措施任何时候都不能放松。更重要的，仍然是教导南美和东南亚许多与橡胶栽培有关的人员，时时需要警惕从西半球往东半球旅行时不要散播这种病害。马来西亚橡胶研究院已经公布过旅游者守则，到东方的旅游者必须中途在适当地点停留，以保证衣服、鞋袜及个人用品得到洗烫、清洁和消毒，我们必须确定保证南美叶疫病过去对南美植胶业所造成的灾难不再在东南亚重演。

(《The Planter》56卷 445—454, 1980年)

张开明译 杨炳安校)