

# 植物黄化病害中发现的一类新病原 ——类菌质体\*

陈作义

(中国科学院上海生物化学研究所)

在植物病害的研究中,有一类属于典型黄化的病害,病征特点:植株黄化、侧枝丛生、矮化、萎缩、花器变叶等。例如桑树萎缩病、枣疯病、泡桐丛枝病、柑桔黄龙病、翠菊黄化病、三叶草变叶病等均属黄化型病害。这类病害,最早认为是生理病害所致,后来有许多工作者又认为是病毒病害,因为在这类病株中未发现真菌、细菌、线虫等病原,它们又能用人工嫁接方法感染或通过叶蝉、木虱以及菟丝子等媒介传播。但长期以来对这类病害未能采用通常分离病毒的方法分离出病毒粒子,电子显微镜观察也未能见到分离的病毒粒子。许多人把未能分离到病毒的原因归于病毒不稳定或含量过低。最近几年来,利用电子显微镜超薄切片技术对植物黄化病病原进行了研究,取得了可喜的发现。在病株的韧皮部细胞组织切片中,观察到一种介乎于病毒和细菌之间大小的新病原——类菌质体,关于这类发现已有许多综述性报道<sup>[1-4]</sup>。这种病原,在我国桑树黄化型和萎缩型萎缩病病株的韧皮部及黄化型萎缩病媒介昆虫——菱纹叶蝉唾液腺的电子显微镜超薄切片中,发现存在类菌质体病原<sup>[5,6]</sup>(见图版 I,图 5;图版 V,图 20)。类菌质体的发现,解决了黄化型病害多年来病原问题的疑问,也为植物病毒病害研究开拓了一个新的领域。

## 1. 植病中类菌质体的发现

1967年日本的土居、石家第一次在患有桑萎缩病的病树的超薄切片中发现了在植病中从

未观察到的一类新病原——类菌质体<sup>[7]</sup>。1968年法国的 Maillet, 美国的 Maramorosch 等对典型黄化病中的翠菊黄化病 (Aster yellow) 作了研究,也发现存在类菌质体。随后在玉米矮缩病 (Corn stunt)、三叶草变叶病 (Clover phyllody)、马铃薯丛枝病 (Potato Witches' broom) 等病株中均检出类菌质体。日本工作者提出类菌质体学说的四点依据:

- (1) 类菌质体只存在于病株,不存在于健株。
- (2) 类菌质体只存在于带毒虫体内,而不存在于无毒虫体内。
- (3) 病株中从未发现过有病毒粒子。
- (4) 类菌质体,对四环素类抗菌物质敏感。

从1967年以来,在黄化病一类病害中,大约已有60种以上的植物被发现类似类菌质体病原寄生(见表1)。

## 2. 植病中类菌质体感染部位和形态特征

这类病原体只存在于感病的植株中,而不存在于对照的健株中。一般存在于感染植株韧皮部组织中的筛管、伴细胞和韧皮薄壁组织中,只存在于细胞质中。病原形态有多种:圆球形、椭圆形、梭形或不规则形态。一般大小直径在80—800毫微米。到目前为止观察到的形态比较多样。如在柑桔顽固病和青果病见到的类菌

\* 类菌质体 (MLO——Mycoplasma-like Organisms)

表 1 类菌质体寄生于有关植物一览表

病 名	外 文 名 称	寄 主
苹果丛枝病	Apple proliferation	苹果、森林海棠 ( <i>Malus sylvestris</i> )
桤树丛枝病	Ash Witches' broom	美国桤
翠菊黄化病	Aster yellows	翠菊、唐菖蒲、日日草、洋葱、园烟、马铃薯、甜薯等
苜蓿花叶病	Alfalfa mosaic	苜蓿
越桔矮缩病	Blue berry stunt	伞房花越桔 ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.)
“百慕大草”黄叶病	Bermuda grass yellow leaf	“百慕大草”
黑刺槐丛枝病	Black locust Witches' broom	黑刺槐
仙人掌丛枝病	Cactus Witches' broom	仙人掌 ( <i>Opuntia tuna</i> )
三叶草萎缩病	Clover dwarf	三叶草、日日草
三叶草变叶病	Clover phyllody	三叶草
玉米矮化病	Corn stunt	玉米
棉花绿瓣病	Cotton virescence (Green petals)	棉花
克里米亚型黄化病	Crimean yellows	日日草等
柑桔青果病	Citrus greening	甜橙
柑桔顽固病	Citrus stubborn	甜橙
酸果蔓伪花病	Cranberry false blossom	越桔 ( <i>Vaccinium macrocarpo</i> Ait.)
红醋栗返祖病	Currant reversion	醋栗
薰衣草黄萎病	Deperissement jaune du Lavandin	薰衣草
茄子小叶病	Eggplant little leaf	茄子
葡萄黄化病	Flavescence dorée	葡萄
亚麻黄化病	Flax yellows	亚麻
豆科小叶病	Legume little leaf	茅栗、心叶烟等
紫花苜蓿丛枝病	Lucerne Witches' broom	紫花苜蓿
豆科丛枝病	Legume Witches' broom	花生
柑桔立枯病	Likubin	蕉柑、柑桔
棕榈致命黄化病	Lethal yellowing disease of palms	棕榈
燕麦蓝矮病	Oat blue dwarf disease	燕麦
燕麦不孕矮缩病	Oat sterile dwarf disease	燕麦
美洲山核桃丛簇病	Pecan bunch disease	美洲山核桃 ( <i>Carya illinoensis</i> )
木瓜缩顶病	Papaya punchy top	木瓜
梨树衰退病	Pear decline	梨树、日日草
新西兰麻黄叶病	Phormium yellow leaf	新西兰麻
马铃薯疯病	Potato haywire disorder	马铃薯
长春花变叶病	Periwinkle phyllody	长春花
泡桐丛枝病	Paulownia Witches' broom	泡桐
豌豆和青豆黄矮病	Pea and green pea yellow dwarf	豌豆和青豆
马铃薯紫顶病	Purple top of potato	马铃薯
马铃薯丛枝病	Potato Witches' broom	马铃薯
水稻黄萎病	Rice yellow dwarf	水稻
意大利水稻黄萎病	“Giallume”	水稻
马来西亚水稻黄萎病	“Padi jantan”	水稻
水稻橙叶病	Rice orange leaf	水稻
野生黑浆果矮缩病	Rubus stunt	野生浆果
草莓绿瓣病	Strawberry green petals	草莓
檀香木簇生病	Sandal spike	檀香木
芝麻变叶病	Sesamum phyllody	芝麻
甘蔗白叶病	Sugarcane white leaf	甘蔗
甘薯小叶病	Sweet potato little leaf	甘薯
茄科黄化病 C	Stolbur strain C	番茄

续表 1

病名	外文名称	寄主
茄科黄化病 SM	Stolbur strain SM	番茄
茄科黄化病 P	Stolbur strain P	番茄、茄子
茄科黄化病	Stolbur <i>C. arvensis</i> yellows	西洋旋花
红花变叶病	Safflower phyllody	红花
番茄巨芽病	Tomato big bud	番茄
番茄兰叶病	Tomato "Mal Azul"	番茄、烟草
马蚕豆绿瓣病	Viréscence de la féverol	蚕豆
丁香绿瓣病	Viréscence de la giro flée	丁香
香罗兰绿瓣病	Wallflower virescence (Green petals)	桂竹香 ( <i>Cheiranthus allionsi</i> )
西方 X 病	Western X-disease	桃树
荷包牡丹丛枝病	Witches'-broom of bleeding heart	荷包牡丹属 ( <i>Dicentra</i> )
栗子萎黄病	クノ萎黄病	栗子
桑树黄化型萎缩病		桑树
桑树萎缩型萎缩病		桑树

质体，为螺旋式类菌质体，实际上样子就象梭形，最近又有人把后者归属于类立克次氏体<sup>[8]</sup>（见封二，图 2）。1972 年蔡碧在甜薯丛生病观察中，把不同阶段的类菌质体形态分为三大类：（1）发育型（2）增殖型（3）崩坏型，细分成八种（见图 1）。

另外关于类菌质体在植株中繁殖循环过程，K. C. Sinha 和 Y. C. Paliwal 在 1969 年对三叶草变叶病的根部切片观察中，把几种不同形态推想构成一个世代循环形式，见图 2。

### 3. 植病中类菌质体的结构和性质

根据对类菌质体的电镜观察，并参考动物菌质体的结构，推测类菌质体的基本结构形式是具有两层膜，内含有核蛋白体，可溶性蛋白，脱氧核糖核酸，可溶性核糖核酸，代谢物质。可以看出：结构与内含物比一般病毒质粒复杂，而与动物的鸚鵡热-淋巴肉芽肿-沙眼病毒 (PLT) 一类结构十分相似。最近 R. C. Sinha 从三叶草变叶病的类菌质体包埋超薄切片中，观察到类菌质体确具有两层膜<sup>[9]</sup>（见封二，图 1）。

目前由于植病中类菌质体还未能很好地分离、纯化，因此也未能作进一步研究。动物的沙眼病毒，曾用聚丙烯酰胺电泳研究其蛋白质成份，出现有 20 几种不同的组份。可见其复杂程度。由于植物黄化病中发现类菌质体与动物中

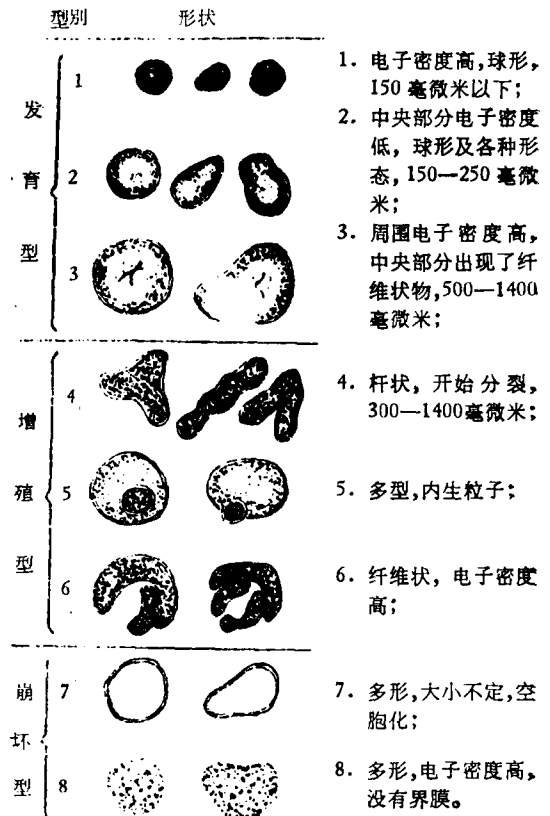


图 1 不同生长阶段类菌质体的八种形态

的 PLT 性质相近，因此日本曾有人提出，植物黄化病中发现的类菌质体，实质上就是属于 PLT 一类生物，只不过寄生于植物而已。但目前还缺乏直接的实验证据。

类菌质体究竟是一类怎么样的生物，也有

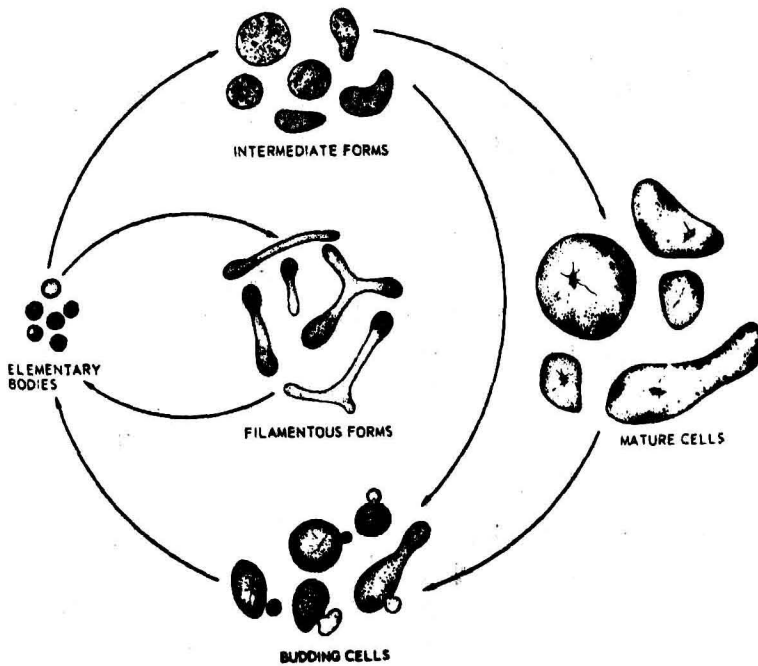


图2 类菌质体生殖循环图

1. 初级体 (Elementary bodies);
2. 中间形式 (Intermediate forms);
3. 纤维状形式 (Filamentous forms);
4. 成熟细胞 (Mature cells);
5. 发芽细胞 (Budding cells)

### 三种说法:

- (1) 类菌质体属于生命前期的生物;
- (2) 类菌质体属于细胞不正常的产物;
- (3) 类菌质体属于细菌退化的生物。

以上三种说法尚属推测。

### 4. 类菌质体的传染途径

在自然界中可以通过媒介昆虫传播 (如叶蝉、木虱), 也可以通过菟丝子或人工嫁接传毒。还有报道说豌豆 618M 的类菌质体是长管蚜虫传播的。目前在一些传毒媒介昆虫超薄切片电子显微镜观察中, 可以见到类菌质体, 一般寄生在昆虫体内的肠细胞、唾液腺、脂肪体、神经节、马氏管等。不带类菌质体的媒介昆虫, 在饲毒后, 观察到类菌质体首先出现在肠细胞, 其后在唾液腺, 然后再扩散到身体其他部位, 当类菌质体侵染了腺细胞和唾液腺以后, 媒介昆虫就成为具有侵染力的带毒虫。

叶蝉、木虱传播黄化病的特点是潜育期长, 饲毒后, 要经过一个较长的时间, 才具有侵染力。似乎需要一个在虫体内再繁殖的过程。有

人用从一只昆虫(带有类菌质体)注射到另一只昆虫的继代办法, 发现黄化病病原体能在这些媒介虫体里繁殖。1960 年和 1968 年先后有人发现这类病原在媒介昆虫组织里能引起组织细胞发生病变。奈须壮兆<sup>[10]</sup>在 1972 年报道感染了类菌质体的虫体内唾液腺明显胀大, 发生病变, 他也研究了各器官带毒量的情况。似乎可以认为类菌质体在昆虫体内也可以寄生繁殖。根据在带毒的媒介虫体里, 类菌质体可以寄生于许多器官, 分布甚广, 而在植株中只限于寄生在韧皮部组织, 因此也有人认为类菌质体倒可能是寄生于昆虫体内的病原体。

### 5. 动物、昆虫、植物中类菌质体的关系

三者中所发现类似类菌质体的一类生物, 在形态上都十分相象。前已述及植病中的类菌质体, 可能就是动物体内发现的 PLT 一类生物。但许多人认为动物和植物相隔很远, 差别较大, 因此类菌质体和 PLT 不可能是一类生物。Hampton 等曾在 1969 年报告, 豌豆 618M 病的病原因子, 同人的 *M. salivarum* 和禽的

*M. gallisepticum* 与 *M. meleagridis* 存在着血清学上的关系。但较多作者认为实验不能令人信服。

媒介昆虫体内发现的类菌质体和感病植株中的类菌质体,更可能是一类生物,可以彼此互相感染和繁殖。

动物、植物、昆虫类菌质体之间有无更多的关系,目前尚缺乏直接的实验证据。如将来对植物黄化病一类病害的研究中,能从技术上有更多突破,使类菌质体从病株中抽提纯化或进行人工培养,那么它们之间生化的以及血清学上相互关系的研究,才有可能。

1973年英国 J. G. Tully 和法国 J. M. Bore 报道了玉米矮缩病与柑桔顽固病这两种过去认为不相干的病原体之间存在着血清学上的关系。还报道了从病株中抽提出类菌质体进行了人工培养、并用抗血清作了抗血清抑制类菌质体菌落生长实验和血清沉淀反应<sup>[11]</sup>。但这类实验报道还很少,今后还需多作些工作,才能更好下结论。

另外在植物黄化病这一类病害中,就其病原体来说似乎专一性比较差。如典型的翠菊黄化病,可以通过媒介昆虫传染到 40 多个科的植物(包括单子叶和双子叶植物)。如对胡萝卜、芹菜、莴苣、马铃薯和菠菜等均能造成病害。而且媒介昆虫也可以有好几种。可见寄主范围相当广。

在国内,也注意到属典型黄化病症状的泡桐丛枝病流行区域,常常出现枣疯病,或枣疯病严重地区出现泡桐丛枝病。在这两种病严重流行的地区还可以见到槐树也疯了。江苏省黄化型桑树萎缩病严重地区,也可见泡桐丛枝病。疯的形态,开始很相似,往往先一枝发疯、枝芽丛生,叶变小、节间变短、花叶反祖。在广西属典型黄化型症状的柑桔黄龙病区有乌桕树也疯了,在福建南部,发现属黄化病一类症状除了柑桔黄龙病,还见到龙眼鬼扫病,苦楝树丛枝病和长春花丛枝病同时存在一个地区。以上这些现象似乎说明彼此间互有联系。这些都是很值得注意的。由典型翠菊黄化病病原体所提供的事实,类菌质体病原专一性差,可能有广泛的寄主,因

此在生产上考虑防治时必须注意到寄主范围,媒介昆虫种类,以及是否有转寄主等问题存在。

## 6. 类菌质体和病毒对植物和昆虫的复合感染

在自然界和农业生产上,发现属于典型黄化病病症的许多病害,在其病株中不仅存在有类菌质体病原而且还存在有病毒质粒。我国桑树黄化型与萎缩型萎缩病病害中均存在类菌质体和病毒质粒。而在我国南方广大柑桔产区存在一种典型黄化病病害——柑桔黄龙病,在病原探讨中,1973年发现存在一种线状病毒质粒,其形态与衰退病极为相似。此病近年来研究又有了新的进展,据广西柑桔黄龙病研究小组和广东汕头柑桔所研究报告,使用四环素族抗菌素治疗病树有抑制症状作用。山东果树研究所在研究实验中也观察到,用四环素族抗菌素处理枣疯病树,也有抑制症状作用。以上事实提出,这些病均可能与类菌质体病原有关,随着今后深入研究,均有可能检查到类菌质体病原,均可能是复合感染的病例。

在国外,病毒和类菌质体复合感染的例子也不少,1971年日本齐藤康夫等在泰国水稻橙叶病毒病害切片电镜观察中,发现筛管中有类菌质体存在,而在柔细胞中有许多病毒粒子,直径为 300 埃。也有人发现在三叶草变叶病中同时存在类菌质体和病毒质粒。1973年 E. E. Bantare 和 R. J. Zeyen 作了病毒和类菌质体对植物和昆虫的复合感染综述<sup>[12]</sup>,列举了一些事实,见表2。以上事实主要是依据电子显微镜观察得来的结果。两种病原共同感染,如燕麦蓝矮病与翠菊黄化病和柑桔衰退病毒与立枯病原的协同作用时,可以导致病状加重。迄今为止,就我们所知植物中的类菌质体病原,均存在于韧皮组织中。它可以在韧皮组织生长的任何阶段,大量存在,因为它本身具有代谢能力。病毒质粒却需要在生长中的韧皮细胞组织中增殖,因此时细胞质中各种组份齐全。在电镜观察中还见到在三叶草变叶病中类菌质体周围排列着病毒质粒,是否这些病毒粒子是寄生于类菌质体,就象噬菌体和细菌关系一样,这是今后值得

注意的问题。总之情况是十分复杂，复合感染后，对植株影响是病毒还是类菌质体起主导作用，视植株对两种不同病原敏感度，以及周围环境影响不同而导致不同表现。

表2 植物和昆虫中病毒-类菌质体的复合感染

病 毒	类 菌 质 体	寄 主
燕麦蓝矮病 (OBDV)	翠菊黄化病 (AY)	亚麻 <i>Linum usitatissimum</i>
衰 退 病	立 枯 病	蔗柑 <i>Citrus reticulata</i> 枳柑 <i>Citrus ponkan</i>
褐 裂 病	小 叶 病	甘薯 <i>Ipomoea batatas</i>
未 鉴 定	翠 菊 黄 化 病	黄花烟草 <i>Nicotiana rustica</i>
未 鉴 定	未 鉴 定	木豆 <i>Cajanus cajan</i>
苜蓿花叶病 (AMV)	<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	豌豆 <i>Pisum sativum</i> 和其它豆科植物
燕麦蓝矮病	翠菊黄化病	翠菊叶蝉 <i>Macrostelus fasciifrons</i> Stål
未 鉴 定	玉米矮缩病	玉米叶蝉 <i>Dolbulus elimatus</i>
燕麦不育矮缩病	未 鉴 定	明飞虱 <i>Javesella pellucida</i>

在表2中，我们还可以看到虫媒本身有的也带有类菌质体和病毒质粒，有的带着更复杂的微生物群，这些微生物群经常地被虫媒注入植物组织中去，引起植株本身往往也带着类菌质体和病毒质粒病原。

因此在生产实践中属于黄化病一类病害中，还必须注意是否有的是属于复合感染，复合感染和非复合感染，采取的防治措施自然会有所不同。

### 7. 利用抗菌素防治黄化病病害的情况

我国江苏蚕研所等最早开展了利用四环素类药物治疗桑树黄化型萎缩病实验，一般采用在树干靠近根部处打洞灌药的办法，治愈率可达70—80%，可是往往一停药之后就出现复发的现象，同时每株树打洞灌药十分麻烦又费劳力。近来在病区主要采用控制媒介昆虫传播和及时清除病树等综合措施控制病害，已取得比较显著的效果。对柑桔黄龙病和枣疯病病树也曾相似治疗桑树萎缩病的方法治疗，结果相似，一经停药后，往往复发，无法根治。近来在柑桔黄龙病区，采用在嫁接前，先用四环素浸接穗消毒办法，在育苗生产中取得比较好的效果，可以减少苗木发病。

1970年在我国台湾省有人将甘蔗条用200 ppm 四环素浸72小时，可推迟其甘蔗白叶病征

状出现达10个月之久。1971年Nyland利用木质部引进3升盐酸四环素(100微克/毫升)可使梨衰退病病状减轻一年以上。同年有人报道用盐酸四环素或甲基盐酸金霉素喷洒青果病病苗，可使多数植株病状消失。但1973年又见报道，这批治愈的植株于六个月内又发病，复发的例子十分普遍。1974年J. W. Bowyer和E. C. Calavan实验报道柑桔顽固病中类菌质体病原对四环素族抗菌素有敏感性。

1967年土居、石家发现桑树萎缩病对四环素族抗菌素类敏感性以来，作过许多实验，其他人也作了研究，但总未能在实际生产上推广应用。其原因也是由于存在经济上收益和治疗后严重复发问题未能得到解决。在日本桑萎缩病区仍逐年扩大趋势(见表3)。

1972年土居提到桑萎缩病治疗，复发例子

表3 日本桑萎缩病受害状况统计

年份	总桑园面积(公顷)	受害面积(公顷)	受害率(%)
1965	1,300.9	65	5
1966	1,307.3	57	4
1967	1,635.3	51	3
1968	2,197.5	83	4
1969	2,598.4	110	4
1970	2,785.1	170	6
1971	2,884.0	264	9
1972	2,924.8	565	10

多的原因,可能是抗菌素物质达不到筛管部柔细胞内,残存在柔细胞内的类菌质体,又可穿过细胞壁到达筛管,大量繁殖,引起重新发病。

1973年明日山秀文、飯田俊武等撰写了一篇总结报告,报道了1967—1968年日本十三个研究所协作研究用抗菌素治疗类菌质体引起的植物病害的情况<sup>[13]</sup>。实验研究结果,一般说来同其他作者的研究结果是一致的。可以总结如下:

(1) 四环素能使类菌质体引起的植物病害暂时减轻,而不能根治。但在植株接种病原前或接种后立即处理,感染可在某种程度上有所防止。

(2) 四环素族以外其他抗菌素,包括几种大环内酯族抗菌素,证明无效。

(3) 充分发病的植株,特别老些的植株,四环素疗效更小。

(4) 对四环素,根部较叶更易于吸收。溶液培养的植株反复浸根最为有效。

(5) 病状一旦被抑制,时常重现;即使继续施用四环素也是如此。是否病原产生了抗性,还不清楚。

(6) 各种四环素的效果仅依不同病害而异,而且差别不大。但脱甲基四环素(DMCTC),特别是它的六磷酸盐,似略胜于其他,可能由于它更稳定的缘故。

(7) 四环素对虫媒感染力的影响不如对植株明显。

综上所述,从1967年发现类菌质体对抗菌素有敏感性以来,开展过许多研究,在生产上也

进行了实践,但从未有单独使用抗菌素一类药物就能彻底根治黄化病害的成功实例。何况从许多研究报道中,可以看到有许多植物黄化病害是属于病毒和类菌质体复合感染的事例,因此,单独使用抗菌素治疗对病毒和类菌质体复合感染的病例更不易根治。从国内和国际上许多研究和实践结果,采用综合防治办法,已取得比较显著成绩。综合防治是对待植物黄化病的有效途径,而利用抗菌素治疗,只能是综合防治措施中的一个环节。

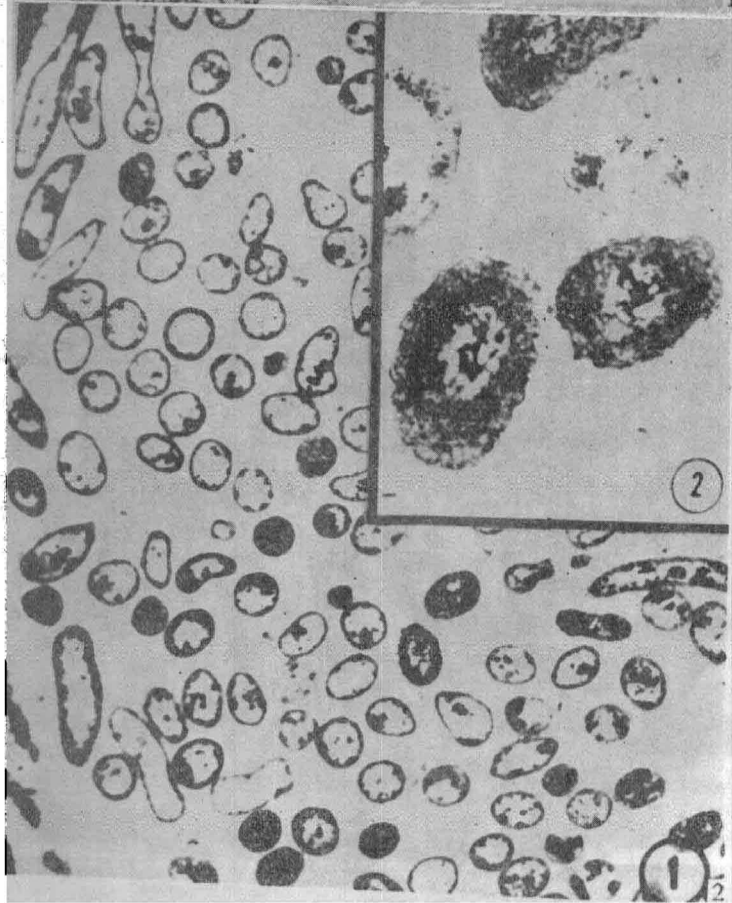
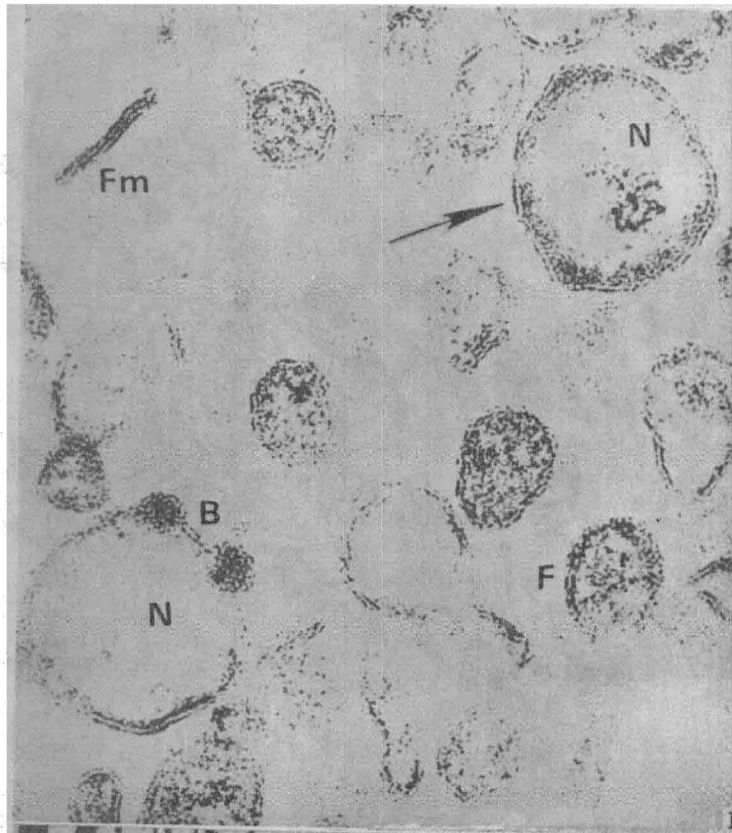
### 主要参考资料

- [1] Whitecomb, R. F. et al.: *Ann. Rev. Entomology.*, 15, 405, 1970.
- [2] Davis, R. E.: *Ann. Rev. Phytopathology*, 9, 119, 1971.
- [3] Hampton, R. O.: *Ann. Rev. Plant Physiology*, 23, 389, 1972.
- [4] 四方英四郎:《植物防疫》, 26, 184, 1972。
- [5] Doi, Y. et al.: *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 33, 259, 1967.
- [6] 中国科学院上海生物化学研究所病毒组、江苏省蚕业研究所桑树保护组:《中国科学》, 1974年, 第3期, 第283页。
- [7] 中国科学院上海生物化学研究所病毒组、浙江省农业科学院蚕桑研究所桑病虫组:《中国科学》, 1974年, 第3期, 第292页。
- [8] Maramorosch, K.: *Ann. Rev. Microbiology*, 28, 301, 1974.
- [9] Sinha, R. C. *Journal of Ultrastructure Research* 54, 183, 1976.
- [10] 奈须壮兆:《植物防疫》, 26, 196, 1972。
- [11] Tully J. G. et al.: *Science*, 182, 827, 1973.
- [12] Bantari, E. E. et al.: *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 225, 503, 1973.
- [13] 明日山秀文、飯田俊武: *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 225, 509, 1973.

[本文于1977年1月24日收到]

### 勘 误

年	期	页	栏	行	误	正
1977	3	20	左	5	物生造改	改造生物
1977	4	1	右	末	听	看



**图 1** 三叶草变叶病抽提包埋切片  
 箭头所示：为类菌植体病原的双层膜结构  
**图 2** 桃树矮化病病株切片中类立克次氏体病原  
 ②为①的局部放大。



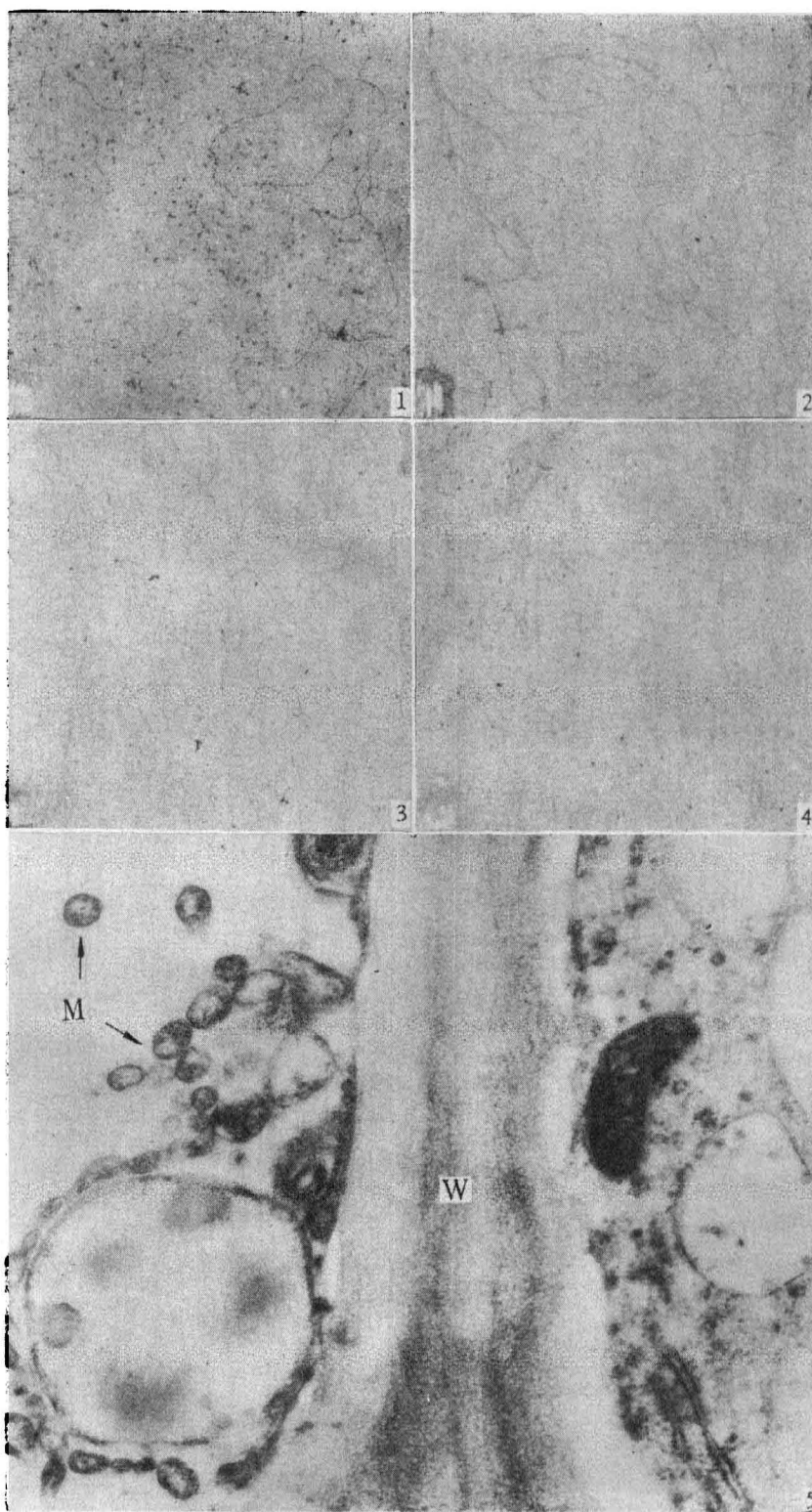


图1—4 小牛胸腺 DNA 的电镜照片  $\times 40,000$

1. 未经羟基磷灰石柱层析的 DNA; 2. 经过羟基磷灰石柱层析得到的 0.2M 磷酸钾缓冲液洗脱峰; 3. 经柱层析 0.25M 磷酸钾缓冲液洗脱峰; 4. 经柱层析 0.50M 磷酸钾缓冲液洗脱峰

图5 桑树萎蔫型萎蔫病初皮部切片

M——类菌质体; W——细胞壁

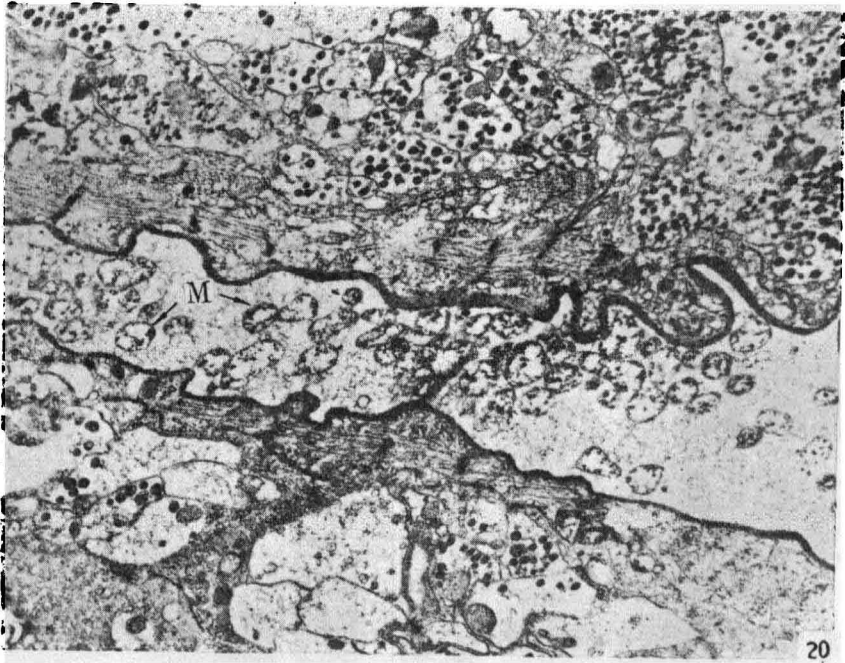
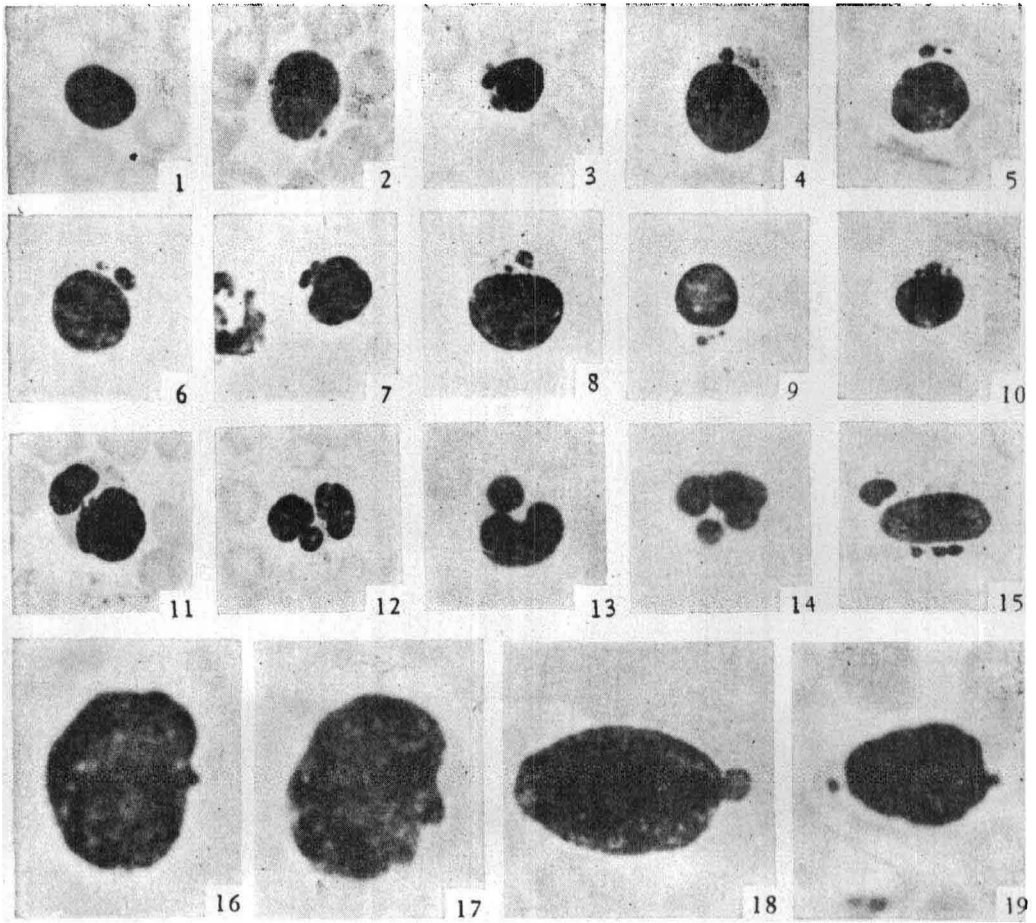


图 1—15  $\gamma$  射线一次全身照射后小白鼠外周血涂片的淋巴细胞  $\times 700$

1. 80 伦组照射后第五天未受损伤(或新生)的淋巴细胞; 2. 80 伦组照射后第三天双卫星核淋巴细胞; 3. 400 伦组照射后第三天双卫星核淋巴细胞; 4—6. 400 伦组照射后第五天双卫星核淋巴细胞; 7—10. 800 伦组照射后第一天双、三卫星核淋巴细胞; 11. 400 伦组照射后第五天双叶核淋巴细胞; 12—15. 800 伦组照射后第一天畸形核淋巴细胞

图 16—19  $\gamma$  射线一次全身照射后小白鼠外周血涂片中核出芽的淋巴细胞  $\times 1,000$

图 20 桑树黄化型蚕蛹病媒介昆虫——菱纹叶蝉唾液腺切片

图示: 唾液腺管道中存在大量类菌质体; M——类菌质体