

# 棉鈴疫病菌的生物学特性及 对棉花不同生育阶段的侵染研究初报

河北省农业科学院植物保护研究所

張緒振 刘克明 張树琴 賈煥臣

## 引 言

棉鈴疫病 (*Phytophthora* spp) 1919 年在西印度群島曾造成很大損失, ⑤ 1922 年 Ashby (S.F.) 从烂棉鈴中分离出 *Phytophthora Palmivora*⑥。其后 Hopkeirs (J.C) 鉴定西印度群島軟腐棉鈴的三个菌系, 一个与 *P. palmivora*, 两个与 *P. Parasitica* 近似, 并发现青鈴比成鈴抗病。1951年 Grandall (B.S) 等报导, 在薩尔瓦多 *P. Cactorum* 能造成棉鈴腐烂。1926年 Mitra (M.) 在印度发现猝倒棉苗上有 *P. parasitica*⑧。其后1929年 Dastur, 1936 Baher 均有类似报导。1924、1928、1937年在西印度群島的 St. Vincent 都因高湿多雨, 棉鈴軟腐病流行, 損失严重; 1923年在該地一穴播种两粒比播种一粒的烂鈴显著减少; 1927, 1929年在該地推迟播种期 1—4 个月, 烂鈴大量减少。1942年楊演及凌立报导, 我国四川有因疫病而引起的棉花烂鈴。

在河北省, 高产棉田烂鈴也极为普遍,

南自邯鄲, 北至唐山都有此病③。自1956年以来的調查研究結果指出: 干旱年烂鈴輕③, 多雨年烂鈴重③, 石家庄棉田烂鈴率, 1956年为13.67—31.41%, 1957年为2—15%, 腐烂的棉鈴, 66%完全无收, 20%形成僵瓣花, 只有15%左右的后期輕烂鈴可以收到籽棉③。因为烂鈴的部位多是伏前老桃, 因此对产量影响极大。

棉花烂鈴后的症状主要是: 鈴皮光亮黑綠, 呈湿腐状。八月初至九月中旬发生, 八月下旬盛发。并常随雨情而变化, 在此期間如遇大雨連綿, 則以后3—10天烂鈴必然大发生③。据1956—1959調查結果, 烂鈴发生在棉株下部三个果枝的占74%, 发生在下部4个果枝以內的占87%。影响棉株发病最明显的条件有三: (1) 下部結鈴多, (2) 棉株发育早, (3) 棉田郁閉。

栽培条件与烂鈴的关系已查明: 低湿地病重, 瘠薄地病輕; 施肥过多, 棉株徒长, 下部結鈴少, 烂鈴也少; 烂鈴发生期土壤水分大則发病重。棉种不同发病也有差异, 海

島棉病輕；陆地棉病重，早熟品种病重。品种間感病性也有差別，但不稳定。棉株过密或过稀烂鈴都少，但产量低不能用为防病措施。虫害也能引起烂鈴，但在我省的烂鈴中所占比重不大<sup>③</sup>。精細整枝，棉花与矮株作物带状間作及棉田排水都有較高的防治作用。此外推株并壟，高畦栽培，方形丛播<sup>③</sup>也有減輕发病的作用。

噴射波尔多液有显著的防病效果，混噴 DDT 效果更高<sup>③</sup>。噴撒 0.3% 代森鋅或 1:15 賽力散粉防病效果也好，但在后期棉田中噴药困难，因此应用中受到限制。

在鈴面上检查到的病原菌，主要有镰刀菌和疫菌等，此外細菌、綫虫、紅粉菌、炭疽菌、立枯菌、交鏈菌、黑斑菌、黑果及青霉，黑霉等也不断出現<sup>③</sup>。自 1949 年分离得疫病純培养菌后<sup>⑤</sup>，1960 年及 1962 年均曾发现在鈴面上普遍有疫病菌孢子。中国农业科学院棉花研究所証明疫菌是华北棉花烂鈴的主要病原<sup>④</sup>。为了探索高效的防治烂鈴措施，我所今年进行病原菌方面的研究，茲将初步結果整理如下：

## 一、棉疫菌的生物学特性

### 1. 棉疫菌的分离及其形态

取刚发病的棉鈴，用 0.1% 升汞水消毒 10 分钟，用灭菌水冲洗后，在病健交界处以灭菌刀切取 2—3 mm 的鈴皮，浸入 2,000 倍金霉素中三分钟，再用灭菌水冲洗，插在燕麦培养基（50 克碾碎燕麦 17 克洋菜，1,000 克水）上，溫度保持 20℃ 左右 3—5 天，鏡檢可得疫菌。如有交鏈菌、镰刀菌、青霉菌混杂时，可以破伤法接种在苹果果实上，使

在 17℃ 左右发病，再分离病斑邊緣組織，可得純菌种；反复接种几次效果更好。

棉疫菌的菌絲无色透明，无隔膜，孢子囊孢子无色，近圓形、卵圓形或洋梨形，頂端有乳头状突起，偶然可发现具有 2—3 个以上突起的畸形孢子。孢子囊内有数十个至数十个游动孢子，游动孢子先在囊内活跃游动或一个个断續自突起孔口游出或連續从孔口迅速排出。游动孢子活动片刻即停止游动，后漸发芽，孢子囊也可直接生芽管而发芽。在棉鈴上（25℃），400 个孢子囊的长度最大 85.8 $\mu$ ，最小 26.4 $\mu$ ，平均 51.93 $\mu$ ，寬度最大 59.4 $\mu$  最小 13.2 $\mu$ ，平均 33.33 $\mu$ 。200 个乳状突起最高 13 $\mu$ ，最低 3.3 $\mu$ ，平均 8.16 $\mu$ 。藏卵器球形，内有卵孢子，藏精器以基生 (Amphigynous) 式如漏斗状附着在藏卵器柄的基部。卵孢子球形，无色或淡黄色，在燕麦培养基上 150 个藏卵器的直径最大 42.9 $\mu$ ，最小 19.8 $\mu$ ，平均 32.21 $\mu$ ，150 个卵孢子直径最大 33 $\mu$ ，最小 13.2 $\mu$ ，平均 25.19 $\mu$ 。

### 2. 不同培养基对棉疫菌的影响：

挑取燕麦培养基純菌种的菌絲段，以平面培养法接种在下列几种培养基上，定期检查。菌絲生长和孢子形成情况如表 1 所示，繁殖器官的大小如表 2 所示：

从表 1 可知，棉疫菌在麦芽洋菜培养基和土豆葡萄糖洋菜培养基上，20℃，6 天以內菌絲都生长得相当茂密。孢子囊在燕麦培养基和玉米粉培养基上出現早而多，在土豆洋菜葡萄糖培养基上出現晚。卵孢子在各种培养基上都能形成，除在土豆葡萄糖培养基中出現較晚外，在其它几种培养基上在接种后 3—4 天即可出現。藏精器無論在那一种培

表 1 棉疫菌在不同培养基上产生气生菌絲和繁殖器官的情况

培 养 基	培 养 温 度	培养时间	气 生 菌 絲	孢子囊 孢 子	卵孢子	藏精器	厚垣孢子
麦 芽 培 养 基	20℃	3 天	茂 密		有	基 生	
土豆葡萄糖洋菜	20℃	6 天	茂 密	无	无	无	无
土豆葡萄糖洋菜	24—28℃	二周	茂密粗壮分枝短而多	无	无	无	无
土豆葡萄糖洋菜	24—28℃	20天	茂密粗壮分枝短而多	有	有	基 生	
燕 麦 洋 菜 培 基	24—28℃	二周	茂 密 如 棉 絮 状	极 多	有	基 生	无
蒸 玉 米 粉 培 基	24—28℃	二周	不 太 茂 密		有	基 生	无
玉 米 粉 洋 菜 培 基	24—28℃	4 天	茂 密 如 棉 絮 状	有	有	基 生	无
菜 豆 洋 菜 培 基	24—28℃						

表 2 棉疫菌在不同培养基上产生繁殖器官的大小

培养基	蒸 玉 米 粉		燕 麦 培 养 基		土 豆 无 糖 洋 菜		菜 豆 洋 菜	
孢子类型	藏 卵 器	卵 孢 子	藏 卵 器	卵 孢 子	藏 卵 器	卵 孢 子	藏 卵 器	卵 孢 子
测 量 数	25个	25个	150个	150个	48个	48个	200个	200个
最大直径	39.6μ	33.0μ	42.9μ	33μ	46.2μ	42.9μ	50.25μ	40.2μ
最小直径	26.4μ	19.6μ	19.8μ	13.2μ	29.7μ	26.4μ	25.1μ	20.1μ
平均直径	33.8μ	25.0μ	34.21μ	25.19μ	41.32μ	36.09μ	38.32μ	28.37μ
培养日数								
培养温度	24—28℃	24—28℃	24—28℃	24—28℃			24—28℃	24—28℃

培养基上都是基生型。

从表 2 可知卵孢子和藏卵器在菜豆洋菜、燕麦洋菜和蒸玉米粉洋菜上体积相似，即卵孢子約25μ上下，藏卵器約34μ上下，而在土豆洋菜培养基上显然比在前三种培养基上体积为大。

3. 温度对棉疫菌的影响:

挑取燕麦培养基純菌种的菌絲一段，接种在玉米粉洋菜平面培养基（玉米粉20克洋菜17克水1,000cc）上，培养在不同温度下，每处理三个培养皿，共进行两次試驗，平均結果見表 3。

表 3 棉疫菌在不同温度下菌絲的生长情况

温 度	第四天平均菌落直径	孢 子 囊 孢 子	卵 孢 子	厚 垣 孢 子
5℃	0	无	无	无
8℃	0	无	无	无
20℃	61.5mm	4天少，6天以后多	4天少，5—7天后多	7—14天少
25℃*	63.0mm	4天少，6天以后多	5天少，6天后多	10—14天少
28℃*	45mm	4天至二周少	4天少，5天多	无
30℃*	29.7mm	9—14天少	9天少，11天多	无
32℃	19.5mm	无	无	无
35℃	0	无	无	无

\* 一次试验的结果。

从表 3 可知菌絲最适宜在 20—25℃ 生长，在30℃及32℃下生长逐漸緩慢，8℃以下，32℃以上不能生长。孢子囊孢子及卵孢子的产生，在20—25℃下，4—5天开始形

成, 6—7 天数量增多, 在28—30℃ 4—9 天开始形成两种孢子, 但孢子囊孢子在两周内数量始终不多; 卵孢子到后来数量可渐多, 在20—25℃下, 偶然可见少数厚垣孢子, 8℃以下及32℃以上均未发现任何一种孢子。

#### 4. 寄主植物的测定:

挑取棉疫菌丝, 破伤或不破伤接种在植物组织上, 以少许脱脂棉饱吸蒸馏水, 复盖在接种点上浸湿, 悬在盛水的玻璃罐中, 保持15—20℃, 每种植物测定2—3次以上, 在病部检查到孢子, 即认为该植物能被棉疫菌感染。测定结果如下: (见表4)

表4 棉疫菌的寄主植物

植物名称	接 种 部 位			
	果 实	幼 苗 叶	幼 苗 茎	成 叶
棉	⊗ ○	⊗ ○	⊗ ○	⊗ ○
西 红 柿	⊗ ○	⊗ ○	⊗ ○	—
蓖 麻	—	⊗ ○	⊗ ○	⊗ ○
黄 瓜	⊗ ○	—	—	—
苹 果	⊗	—	—	—
梨	⊗	—	—	—
茄	—	⊗	—	—
烟 草	—	⊗	—	—
大 葱	—	⊗	—	—
洋 麻	—	⊗	—	—
苧 麻	—	—	—	○ ⊗

注: ⊗: 有伤接种发病。

○: 无伤接种发病。

—: 未作试验。

对棉田杂草也进行了测定, 方法同上, 测定部位, 主要是幼苗叶部。结果寄主植物有: 田旋花、刺儿菜、藜及其变种、苍尔、地黄、马齿苋、绿苋、三齿蓼野豌豆、蒲公英、苦苣菜、光叶苦苣菜等, 其中田旋花, 无伤接种也能发病。

用浸水发芽的禾谷类作物种子浸入菌液, 保持18℃, 十二天后检查, 高粱的根部

及芽鞘呈紫褐色, 小麦、皮燕麦、裸燕麦种子呈褐色腐烂, 都发现有孢子。

有些植物虽未发病, 但能否侵染尚难肯定。

根据以上测定, 棉疫菌的寄主植物很广, 特别是杂草寄主, 值得重视。首先杂草从早春即不断滋生, 可能传播棉铃疫病早期感染的菌源。其次杂草在棉株下生长, 阴蔽潮湿, 是把土中菌源传到棉铃上的良好桥梁。第三杂草遍布棉田, 只要有一种杂草感病, 就有可能降低轮作防病的效果。因此杂草在本病侵染循环中的地位, 值得进一步研究。

此外, 不同“种”的疫菌, 其寄主范围大小不同。有的“种”专化性极强, 有的种则相反。C. J. Hickman 指出 *Phytophthora Cactorum* 竟能侵染44科83属植物, 因此对棉疫菌的寄主范围, 须逐步加以研究。

#### 5. 关于病原菌“种”的讨论

(一) 如前所述棉铃疫菌能在麦芽抽液培养基和普通 P. D. A. 培养基上生长良好, 卵孢子很多, 具有基生的藏精器, 在35℃下不生长, 和孢子囊孢子具有乳头状突起等特性。根据 Tucker (C.M.) 1931疫菌属17种菌的分类检索表: *Phyrrhthara phaseoli*, *P. thalictri*, *P. infestans* 20℃, 6 天在麦芽培养基上不生长, 在 P. D. A. 上生长微弱, 都与棉疫菌不同。其余14种在前两种培养基上都生长良好; 但是 *P. cactorum*, *P. syringae* 具有侧生的藏精器, 而 *P. parasitica*, (及 *P. parasitica* var. *nicotianae*), *P. capsici*, *P. drechsler* 均能在35℃下生长, 也与棉疫菌有所不同。其余9种虽都不能在35℃下生长, 而其中 *P. erythroscptica*, *P. cryptogea*, *P. richardiae*,

*P. cinnamomi*, *P. cambivora* 等 5 种, 在普通固体培养基上都极少产生孢子, 并且孢子囊孢子全无乳头状突起, 也与棉疫菌不同。所余的四种中 *P. palmivora* 卵孢子少或无, *P. citrophthora* 卵孢子尙未知, *P. colocasiae* 不侵染有伤苹果, 都与棉疫菌不同。只有

*P. boehmeriae* 在上述諸特性上与棉疫病菌表現一致。茲再进一步比較如下:

(1) 形态方面: 孢子囊孢子, 卵孢子和藏卵器的体积大小与前人的研究結果可作比較如下: (見表 5 及表 6)

表 5 棉疫菌孢子囊孢子体积比較表

作 者	年 度	菌 名	孢 子 囊 孢 子 体 积	
			极 端 长 宽	平 均
C.M. Tucker	1931	<i>Phytophthora boehmeriae</i>	28—69×20—51 $\mu$	51.77×40.08 $\mu$
Sawada	1927	<i>Phytophthora boehmeriae</i>	27—72×20—46 $\mu$	49.9×34.84 $\mu$
本 试 验	1963	棉 鈴 上 棉 疫 菌	26.4—85.8×13.2—59.4 $\mu$	51.9×33.3 $\mu$

表 6 棉疫菌藏卵器及卵孢子体积比較表

作 者	培养基	藏 卵 器 直 径		卵孢子直径	
		变 幅	平均	变 幅	平均
Sawada	菜豆洋菜	26—41	34.9	23—35	29.4
Tucker	蒸玉米粉	20.9—34.9	26.1	17.5—27.6	24.2
Tucker	燕 麦	20.9—29.2	25.2	15.7—25.9	22
本试验	菜豆洋菜	25.1—50.25	38.32	20.1—40.2	28.37
	蒸玉米粉	26.4—39.6	33.8	19.6—33	25
	燕 麦	19.8—42.9	34.2	13.2—33	25.19

从表 5 及表 6 可知棉疫菌与 *P. boehmeriae* 的孢子体积較近似。

(2) 在对温度的反应方面: Tucker 記載 *P. boehmeriae* 在玉米粉洋菜培养基上 96 小时菌落直径为: 5℃ 不生长, 10℃ 5mm, 15℃ 14mm, 20℃ 41mm, 25℃ 59mm, 27.5℃ 37mm, 30℃, 42mm, 32.5℃ 5mm, 35℃ 不生长; 本試驗結果为: 5°及 8°—10℃ 均不生长, 20℃ 61.5mm, 25℃ 63mm, 28℃ 45mm, 30℃ 29.7mm, 32.5℃ 19.5mm, 35℃ 不生长。从菌落直径看, 各溫度的結果不完全相同, 但

有的較接近, 特别是 Tucker 認為是分类重要指标的溫度上限, 二者表現是一致的, 只是生长溫度下限 8—10℃ 的結果有些不同。

(3) 在寄主范围方面: 据 Tucker 記載: *P. boehmeriae* 侵染苹果及西紅柿果实, 西紅柿苗、蓖麻苗, 不侵染土豆块茎、茄果、茄苗……等。据 Sawada 記載 *P. boehmeriae* 侵害苧麻叶、苹果果实、烟草苗、茄苗、葱苗、蓖麻苗、菜豆苗、芝麻苗、土豆块茎、蘿卜、胡蘿卜、茄果、菜豆莢……等。这些結果与本文前述的寄主植物也大同小异, 只是我們在土豆、洋葱、胡蘿卜、蘿卜、茄果上測定未得到肯定結果。另外对某些植物未作測定。

綜合上述結果, 初步認為本菌可能与 *Phytophthora boehmeriae* 相近似, 但也有些不同之处。

2. 棉疫菌除有与 *P. boehmeriae* 相似的以外, 尙有藏精器側生的一种, 还未純化鉴定。因此棉烂鈴病的病原, 可能不只限于一个菌种。

二、棉疫菌在棉花不同生育  
阶段的侵染条件

1. 苗期侵染及其发病条件

(一) 温度及土壤灭菌条件对苗期侵染的关系：用硫酸脱絨棉籽，在55℃温水中浸种30分钟，升汞水表面消毒后，在灭菌水中浸一夜；每試驗将燕麦斜面培养的棉疫菌5管(每管約5 C.C 培养基)，加灭菌水300C.C.，在組織搗碎机中每 分 钟 4,000 轉 处 理 2 分 钟。接菌时以菌液浸上述棉种，复以干消毒沙，使多沾菌液。多余的菌液与消毒沙混拌作为菌土，供土壤接种用。在小花盆中每盆播10粒棉种。試驗 I 为了保証低温，經常把花盆浸在冷水中，因此土壤湿度极大。試驗 II 未浸水，土壤較干。調查結果見表 7：

表 7 不同温度及灭菌条件对苗期侵染的关系

試驗	溫 度	接菌方式	土壤类别	播种粒数	出苗数	病苗数	未出苗率	調查期
I	~15℃.	种子接	消毒沙	30	23	22	23.3%	播后一月
	~15℃	土壤接	消毒沙	30	16	12	46.7%	
	~15℃	不接CK	消毒沙	30	28	0	6.6%	
II	20℃	种子接	消毒土	10	0	0	100%	播后10天
	20℃	种子接	一般土	10	2	1	80%	
	22℃	种子接	消毒土	10	1	1	90%	
	22℃	种子接	一般土	10	2	2	80%	
	25℃	种子接	消毒土	10	9	2	10%	
	25℃	种子接	一般土	10	3	3	70%	

从表 7 两个試驗可知，棉疫菌無論在消毒土或非消毒土中，在15℃—20℃范围内全能使棉苗发病。虽然显見15℃发病严重，但因試驗 I 的土壤湿度很大，所以还不能單純看作是温度的影响。在試驗 I 中，大部分症状是棉苗还未出土即干枯死亡，以后在枯苗上出現一层白霜，鏡检系疫菌孢子；也有一部分棉苗在出土后生长到 1—2 寸高时，从土面以上半寸左右的茎部变黄褐色，逐漸枯干，組織崩析，小苗腰折而死。試驗 II 的病苗多是后一种类型。

本試驗对于未出土的棉籽沒有进行检查。

(二) 土壤水分与苗期侵染的关系：用消毒风干土及一般风干土，分別噴洒相当于土重10%，12%，17.5%，25%，30%的灭菌水，装入三角瓶，約一寸厚，播入同前述处理的沾有菌液的棉籽（但不拌沙），每瓶播 5—8 粒。試驗共用10管菌种，多余菌液滴入播种穴內，放在18℃条件下，因工作量大，8—16天后陸續检查，結果見表 8：

从表 8 可以看出，在土壤含水量10—25%的条件下，棉疫菌不論在消毒或不消毒土中都能侵染棉苗。本試驗还有不消毒土含水量30%接菌与不接菌的两个处理，因水分过

表 8 不同土壤水分与苗期侵染的关系

含水量	土壤类别	接 种 否	播种粒数	出 苗 数	病 苗 数	病 粒 数	发 病 率	检 查 期	疑 问 株
10%	消 毒	接 菌	24	6	3	5	33%	8天后	10
12%	不 消 毒	接 菌	24	3	1	20	87.5%	14天后	
17.5%	消 毒	接 菌	24	7	0	11	45.8%	14天后	6
17.5%	不 消 毒	接 菌	24	10	3	14	70.8%	15天后	3
25%	消 毒	接 菌	24	13	0	2	8.3%	16天后	12

注：各处理都曾以不接菌的作对照，因全部未发病，结果从略。

多，棉籽已泡臭，臭种子內有許多綫虫，无論能否侵染，已无討論价值，茲从略。含水10%—12%的土壤相当干燥，而含水25%的土壤湿度已非常大，說明棉疫菌侵染的土壤湿度范围是很广的，凡棉花能生长的土壤湿溫，它都能造成侵染。

本試驗发现的一个重要現象是：棉疫菌也严重的侵染刚发芽未出土的棉籽，使种子呈褐色，全部腐烂。在播种后十三天检查，发现腐烂棉籽內有疫菌的卵孢子（孢子囊孢子很少），而且以后日益增多，棉籽感病率也很高。此外有許多标样在早期检查时，因未发现孢子已經抛弃，在表8中把这类列为可疑株，因此表8中所列发病率的高低是不够准确的，但用这結果來說明是否已造成侵染还是可靠的。由此推論前两次試驗中，未出土的棉苗中也有相当数量会受到了疫菌侵染。

（三）不同湿度对子叶发病的影响：在子叶及两片眞叶上用帶培养基菌絲以破伤及无伤两种方式接种，接后盖以浸蒸餾水的脫脂棉，并密閉保湿，一天后移去湿棉，放入硫酸水溶液調节为100%，92%，66.8%，56%的相对湿度，結果：①全部处理都发病，不接种的对照未发病；②子叶比眞叶发病快；③有伤接种前期发病較快病状表現見表9：

表9 不同湿度子叶发病的症状

相 对 湿 度	100%	92%	82%	66%	56%
有 伤 接 种	明显	明显	明显	明 显	不明显
无 伤 接 种	明显	明显	明显	不明显	不明显
症 状 表 现	病叶湿润色黑，叶柄黑褐，发病快。				病叶不黑，似开水烫过，退绿失水干萎，叶柄黄褐，收缩失水。

从上述結果可知，子叶在高湿度和低湿度中所表現的症状不同；而低湿度的症状，若不作試驗鉴定，一般很难認為是因病造成的。

文献虽有棉花苗期能被疫菌侵染的記載，但很少把它和鈴期病害联系起来，也沒有发现它的侵染溫度和适宜土壤湿度范围竟如此广泛，使苗期有很多的机会感病。过去，对田間苗期的疫病株，也沒有引起人們的注意。这可能是因为在田間菌量不足和出現附有孢子的典型病株的条件（苗期長時間高湿）不多，而且未出土的病籽早期又检查不到孢子，以及在低湿条件下子叶感病与冷害，虫害，机械折伤不易辨別所致。本試驗結果，对于研究棉花鈴期疫病侵染菌源問題，是一个重要綫索。

2. 叶部侵染及其发病条件

（一）不同溫度对棉叶染病的測定：以培养的純棉疫菌連同小块培养基破伤接种在摘下的成株棉叶上，以培养基（无菌）破伤接种在棉叶上作为对照，用蒸餾水浸湿脫脂棉貼在接种点上，盛在有水层的玻璃缸中，加盖保湿，放在不同溫度条件下，6天后检查病斑直径，結果見表10：

表10 温度对叶部发病的影响

处 理	6 日 后 病 斑 直 径 (cm)	病斑直径 cm/日	鏡 检 结 果
30℃接种	6×4.5	0.875	9 日 后 有 卵 孢 子
28℃接种	3.25×2.75	0.5	
25℃接种	2.6×1.45	0.338	
20℃接种	3.2×1.6	0.4	9 日 后 有 卵 孢 子
18℃接种	2.9×1.85	0.39	

注：以上五种溫度的不接种对照均未发病。

从表10可知18—30℃都能导致疫菌侵染棉叶。造成的病斑形状不规则，在高湿度中呈浓黑褐色，暴露空气中不久，病斑周围生黄色晕圈，附近组织也逐渐退成浅绿色。

(二) 不同湿度对棉叶发病的影响：接种方法同前，叶片插在 50 c.c 盛有无机盐营养液的锥形瓶中，瓶口用棉团堵塞，密闭在直径 8Cm 高 20Cm 玻璃缸内，每缸按不同要求配制不同比例的硫酸水溶液以保持各种温度。接种后以100%相对湿度保持 1—2 天，目测接种点已形成明显病斑即除去复盖在接种点上的脱脂棉，移入不同相对湿度条件下保持25℃。前后试验二次，两次结果表现一致。第一次试验分叶部破伤后立即接种，和破伤后 7 小时再接菌两组，两种接种方式在不同湿度中的发病反应也相同。现将第二次试验结果列表如下：（见表11）

表11 湿度对叶部发病的影响

处 理	7 日 后 病 斑 直 径 cm	病斑直径 cm/日	病 斑 状 态
100%接种	4.4×1.55	0.425	黑褐色斑，暴露空间，边缘有黄晕环
82%接种	2.7×1.2	0.28	黑褐色斑；暴露空间，边缘有黄晕环
66%接种	2.9×0.8	0.257	黄褐色斑
56%接种	0.6×0.4	0.071	失水枯黄斑
36%接种	0.5×1.3	0.128	失水退绿斑
26%接种	0.4×0.5	0.064	黄绿斑边缘褐色

注：以上六种相对湿度的不接种对照均未发病。

从表11结果可知，只要疫菌侵入叶部，在相对湿度26%以上的条件下都能发病；湿度低，病斑颜色浅，湿度越高，病斑颜色越深；在病斑上一般不易发现孢子。

(三) 田间叶部自然感病的条件：一般

棉田很少发现棉叶感病，在石家庄历年烂铃严重的棉田，在七月份偶然可见极个别植株上有一片黄色病斑的病叶。但七月二十四日在石家庄河北省粮食作物研究所棉田发现整枝落在地面的棉叶全部感病，病部呈黑褐色，经检查，有疫病孢子，未生出孢子的叶片也分离出了疫病病原菌。七月二十六日抽样调查了 122 株，发现有34片贴近地面的下部叶片和落在地上的209片叶片全部感病。折合每尺距离内有 1.8 个病叶。发现这一情况后，随即到保定和邯郸调查，均未发现此现象。保定、邯郸历年不如石家庄发病严重，石家庄在发病前 4—5 天曾降中雨夹有冰雹。因此可以认为雨后，田间的落叶是菌源繁殖传播的良好媒介，落叶为铃期发病造成了菌源条件。

3. 铃期侵染及发病条件

将棉铃破伤接种，放在玻璃缸中，保持 100%湿度，于不同温度下，测定温度对棉疫菌侵染棉铃和发病的影响，处理 七天 后 调 查，结果见表12：

表12 温度对棉铃发病的影响

温 度	发 病 程 度	镜 检 结 果
18℃	刚发病—全烂	无 孢 子
25℃	整 铃 烂	有 孢 子
30℃	整 铃 烂	无 孢 子

将破伤接种的棉铃，保持 100% 的湿度二昼夜，然后在25℃条件下，放入不同湿度中，测定湿度对棉铃发病的影响。五天后调查，结果见表13。



表13 相对湿度对棉鈴发病的影响

相对湿度	发病程度	鏡检结果
100%	整鈴烂	组织内有孢子
82%	整鈴烂	鈴面有孢子
56%	未发病或几乎整鈴烂	无

从表12可知，18—30℃皆能使棉鈴发病，在25℃最易出現孢子。从表13可知100%—56%的相对湿度，都能使已感染病菌的棉鈴发病。当湿度高时，只在組織內形成孢子；湿度稍低可在鈴面形成孢子，在湿度过低时未見有孢子。

4. 鈴期发病与种子带菌及土壤带菌的关系:

(一) 种子带菌与鈴期发病的关系: 棉籽硫酸脫絨后，以灭菌水浸一昼夜，在四月十一日，十六日，二十二日分三期播种，每期播两行一行接种，另一行不接种，行长两丈，每行播 700 粒。播前取 3 个培养皿或10支斜面培养的燕麦培养基棉疫菌，加水 300c.c 用組織搗碎机每分钟 4,000 轉处理 2 分钟，

然后与消毒沙混合拌种，多余菌沙撒在播种沟內。不接菌的棉籽不作以上处理，直接播种。苗期調查，曾見有一些失綠雕萎株，但数量不多，未检查到孢子(当时还不認識疫病菌的症状)。八月三日至十日遇暴雨，八月十六日調查結果: (1) 試驗区内無論接种行及不接种行都严重发病，76%的棉株有烂鈴。相邻的棉田五尺以外只有 5% 的棉株有烂鈴，說明播种时种子接菌能使鈴期发病显著增多。(2) 試驗区以南的生产田棉株毗邻的四行也有57.5%发病，分析原因可能是因为和試驗区在同一、畦內，因浇水而感病。(3) 試驗区以南第五行棉株恰种在壟沟背上，发病也輕，原因有待进一步研究分析。

(二) 土壤带菌与鈴期发病的关系: 棉田播期土壤接种与田間存有病源条件相似，1959—1960年已証实病鈴壳及种子传病，若病残体落于田間应与土壤接种起同样作用。为了驗證上述試驗在生产中的实际意义，对于新归茬棉田进行了調查，結果見表14:

表14 新旧茬棉田对鈴期发病的影响

棉田类别	查株数	病株数	病株率 %	平均单株鈴数	鈴烂数	因虫烂鈴数	单株烂鈴数	烂鈴率 %	因虫烂鈴率 %	虫鈴占烂鈴的百分率
老棉田	500	279	55.8	15.84	702	28	1.404	8.8	0.35	4
萝卜茬一般棉田	500	56	11.2	12.38	79	9	0.158	1.28	0.14	11.3
新茬丰产棉田	500	64	12.8	11.78	74	43	0.148	1.25	0.73	58.1

上表說明: 老棉田比新棉田病株率高 4 倍，烂鈴率高 6 倍，单株烂鈴数高 9 倍，而且在新茬棉田中由虫伤所造成的烂鈴比例远

比老棉田为高。  
以上說明無論种子或土壤带菌，均能导致鈴期严重感病。

### 三、討 論

1. 在15—30℃条件下疫菌对于棉苗, 棉叶, 棉鈴都能侵染发病, 所以疫病对棉花的为害期包括棉花的整个生育期。

2. 棉疫病病症具有隱蔽性。棉籽感病不能出土, 而且前期不易检查出孢子, 病苗、病叶、病鈴在大多数情况下极少产生或不产生孢子; 叶部感病因湿度条件的改变病状也变化多端, 不易識別; 加以本菌常混有細菌或其它真菌不易分离, 因此也增加了本病的隱蔽性。由于棉疫病具有这些隱蔽性, 所以在田間容易被人忽視。

3. 过去只知疫菌在鈴期严重为害。经过接种, 发现苗期及叶部的大量感病, 种子中检出有卵孢子, 以及灌水可以传病等现象, 因此可以把鈴期病害和苗期病害联系起来考虑, 鈴期菌源很可能来自苗期。

4. 关于疫菌的侵染循环, 初步推想可能是疫菌在病部残体及种子上越冬, 春季侵染杂草及棉苗, 并在出苗前后的病籽, 病苗上产生孢子, 借灌水等因素在土壤中传播, 雨后再在棉田整枝的落叶上大量繁殖菌源, 給鈴期发病創造条件; 鈴期发病又形成了大量越冬菌源, 如此循环不已。

5. 关于防治策略, 除应着重鈴期的防治外, 还須注意苗期防病, 加强清除杂草、病株残体及整枝的落叶等棉田卫生措施。

### 主要参考文献

1. C. M. Tucker Taxonomy of the genus *Phytophthora* de Bary. — Missouri Agric. Exper. Stat. Res. Bull. 153. 208pp. 1931
2. Sawada (K) 台湾产菌类調查报告第三編芋麻疫病菌, 昭和二年。
3. 季良、张緒振、賴惠玉、棉花鈴腐病研究初报、河北农业科学 1 (1) P.37 1958
4. 中国农业科学院棉花研究所1961年棉花科学研究报告 烂鈴发生規律及防治措施的研究。
5. Report on the prevalence of some Pests and Diseases in the West Indies during 1919; Diseases of Economic Plants—W. Ind. Bull. xix, 1 pp31—37 1921. R. A. M. I P. 155. 1922.
6. Ashby (S. F) Oospores in culture of *Phytophthora faberi*—Kew. Bull. Misc. Inform, 9, pp. 257—262, 1922. R. A. M. II. pp. 183—185. 1923.
7. McRae (W.) Report of the Imperial Mycologist Sc; Repts. Agri. Res. Inst. Pusa. 1926—1927. pp 45—55 1928
8. Mitra (M.) *P. parasitica* Dast Causing 'damping off' disease of Cotton seedling and fruit rot of Guava in India — Trans. Brit. Mycol. Soc. XiV, 3—4 pp 249—254 1929 R. A. M. 9. P. 240 1930