

PHYTOPHTHORA CAPSICI

引起的甜椒及辣椒之疫病

呂理燾¹ 高清文¹

(接受日期：民國70年2月18日)。

摘 要

由 *Phytophthora capsici* 所引起的甜椒疫病於1976年11月首先在竹山發現，往後之調查證實本病廣泛發生於全省各甜椒及辣椒栽培區，而以甜椒受害較嚴重。本菌菌絲之生長最低、最適及最高溫各為12、28及32°C，游走子發芽之最低、最適及最高溫各為12、28及40°C。臺灣地區全年皆適於本病的發生，秋冬乾季時，本菌感染根部及莖基部造成萎凋現象，春夏雨季時，本菌藉雨水飛濺，可感染植株各部位，胞囊及游走子產生量多，蔓延迅速。本菌寄主範圍極廣，對10種甜椒品系及4種辣椒品系進行抗病測定結果，全部呈極感染性，未發現抗病或耐病性品種。

(關鍵字：甜椒，辣椒，胞囊形成，游走子發芽，寄主範圍)

緒 言

1976年11月竹山甜椒栽植地區，部份椒園發現許多立枯性病株。初誤認為 *Rhizoctonia solani* 引起的立枯病。分離及接種結果，證實為疫病菌 *Phytophthora capsici* 所引起⁽¹⁾，以後陸續在全省各地之甜椒及辣椒園發現本病害，以1978年5月在花蓮壽豐鄉所栽培之甜椒，受害最嚴重。因適逢梅雨季節，本病蔓延迅速。第二作者於五月上旬初經該地時，椒園僅發現少數病株。五月下旬再前往調查時，幾乎所有植株皆感病，損失慘重。甜椒疫病最早於1922年 Leonian 氏在美國報告⁽⁷⁾，其後世界許多地方皆有報告，本病菌的研究文獻極多，以日本的 Katsura 氏等最為詳盡⁽³⁾。臺灣於1977年才有摘要報告⁽¹⁾。本文報告本病病徵、危害情形、病菌之形態及生理、其在臺灣之分佈及已知寄主及抗病測定之部份結果。

材 料 與 方 法

病原菌之分離及培養 最初以茄子果實誘

鈎法，將病組織接種於茄子果實內，待1~3天茄子腐爛後，移一小塊腐爛組織於V-8瓊脂斜面培養基(10% Campbell Soup Corp. V-8 juice, 0.2% CaCO₃, 2% Agar)即得純培養。後來皆以BNPRA-HMI選擇性培養基直接分離⁽⁸⁾，其配方如下：Benlate 200mg, Nastatin 250mg, PCNB 250mg, Rifampicin 100mg, Ampicillin 5g, HMI (3-Hydroxy-5-methylisoxazole) 250mg。將上述藥品溶解於80ml 100%之酒精後再加入20ml之蒸餾水，此即100倍之原液。使用時以此原液0.1ml加入10ml之V-8 agar或PDA (Potato dextrose agar)即成。V-8 juice agar或PDA必先溶解再冷卻至45°C以下才可加入該原液。菌絲長出後切取其尖端移植於V-8 juice agar即可得純培養。

病原菌之產胞 培養於V-8瓊脂平板之病菌菌落，長滿後切成一平方公分以下之小塊，分置於培養皿內，倒入無菌水浸洗培養基之養分，連續換洗三次，每次10—20分鐘，最後

1. 臺灣植物保護中心植物病理組。

再倒入少許無菌水，其水面剛好和菌絲塊高度平，放於 28°C 定溫箱中照光一天後即可產生許多胞囊。另一法用 Katsura 等氏⁽⁴⁾及 Miyata 等氏⁽⁹⁾之紙蓋平板法 (Paper lid method)，將病菌培養於 10% V-8 液體培養基或 50% 胡瓜汁培養基，以 250 ml 之三角瓶裝 25 ml 之培養基，培養 3—4 天後，倒掉培養基，以無菌水將菌絲沖洗乾淨，菌絲團平舖於濾紙上再放入培養皿內，加水少許，上面蓋一層宣紙而不用玻璃培養皿蓋，放於 28°C 定溫箱照光一天後，即可形成大量胞囊。

溫度對病菌菌絲生長之影響 供試菌系乃由甜椒所分離的 PPCT-P-31、PPCT-P-44 及 PPCT-P-117 三菌系及由辣椒所分離的 PPCT-P-9 及 PPCT-P-130 兩菌系。將各菌株預先培養於 V-8 瓊脂平板上，5 天後以 5 mm 直徑之打孔器打取菌落邊緣，移植於 9 cm 直徑之 V-8 瓊脂平板上，分別放於 8—36°C，每隔 4°C 之定溫箱內培養，每處理四重複，每天記錄菌落直徑至長滿為止。

溫度對游走子之釋放及發芽之影響 將等量之胞囊懸浮液 (於 28°C 照光產生) 放在 28、24、20、16、12 及 8°C 定溫箱中處理 30 分鐘，再取出於室溫 (26—28°C) 中放置 30 分鐘，在顯微鏡下觀察其游走子釋放之多寡。游走子之發芽試驗乃以游走子懸浮液滴入加有 0.01% 之 Chloromycetin 之 2% 水瓊脂上，然後放於 4—40°C 每隔 4°C 之定溫箱中，3 及 6 小時後取出，以含 Cotton blue 之 Lactophenol 液染色，在顯微鏡下計數其發芽率，每處理數 1000 個游走子。

寄主範圍及分佈 自 1976 年至 1980 年多次前往全省各地採集病害標本，並經分離及接種證實本病菌之為害。

接種方法及抗病測定 所有根、莖、葉、花及果實上之接種皆以游走子懸浮液行之。根部及莖基接種乃將甜椒及辣椒種子預先播種於花鉢裡，待發芽長大後，將游走子懸浮液倒入花鉢土中。莖、花、葉及果實之接種則以 5 mm 直徑之小濾紙浸於游走子懸浮液內，隨即取出沾附於各部位上，植株置於濕室內，觀察其發病情形。

抗病測定用品系由農友種苗公司供給，甜椒有三春、藍星、巨星、新星、F-65-15、F-65-34、F-65-46、F-65-48、F-65-53、F-65-54 等十種，辣椒有紅番、千香、HF-13 及 F-65-50 等四種，共計 14 品系於溫室內進行試驗。每品系用 100 粒種子播於兩只 6 吋花鉢內，每鉢內 50 粒種子，發芽約一個月後，植株高 7—15 公分，以 PPCT-P-3 菌株之游走子 100 ml (每 ml 約含 10⁴ 個游走子) 灌入每鉢土壤內，以後每日調查發病死亡株數。

結 果

病徵及危害情形 由接種結果及田間觀察得知，苗床期及本花期之甜椒及辣椒植株一年四季皆可被 *Phytophthora capsici* 危害。

一般在春夏多雨時栽培之甜椒疫病菌危害者，大都全株各部皆有病斑，又由於病斑處易產生多量胞囊，藉雨水冲刷飛濺，所以蔓延很快，往往幾天內即可摧毀整個甜椒園，例如 1978 年 5 月底花蓮壽豐鄉栽植之甜椒受害情況 (圖一)。而在秋冬乾季栽培之甜椒及辣椒則大部僅根部或莖基被害，引起萎凋死亡。其孢子產生量少，傳播多藉灌溉排水，速度較緩慢，例如竹山地區 1976 年冬季甜椒及辣椒栽培區皆極易發現本病害，疫病實已成為臺灣甜椒及辣椒栽培最嚴重病害之一。

本花期疫病菌可感染甜椒植株各部份，包括根、莖、葉、花及果實等。枝條受害時呈局部褐色病斑。該枝條病斑上端萎凋。葉及果實受害部呈淡綠色水浸狀病斑，不定圓形。果實受害後期軟腐，萎縮，病斑上易形成大量胞囊 (圖二、三)。花器受感染則呈淡褐色軟腐狀。根部受感染處呈褐變而後腐爛。多數根部受害時，植株萎凋死亡，呈立枯狀。莖基被害時呈黑褐色病斑，微縮 (圖四)，植株萎凋死亡。濕度高時，病斑上有白色粉狀物形成，即本菌之胞囊。至於辣椒在田間大部份是根或莖基受害引起萎凋型病徵，但室內接種結果，葉、枝條及果實仍然受害。

苗床受害時，病菌皆由幼苗莖基感染，造成莖基萎縮腐爛 (圖四) 而致幼苗倒狀 (Damping off)，陰雨時，苗床由發病至全部

死亡僅需數日而已。1977年12月屏東九如鄉之苗床受害植株死亡率達90%以上。

病原菌之形態及鑑定 本菌胞囊在田間甜椒果實病斑表面大量形成(圖二)。莖基部病斑處也可形成(圖四)。最初呈白色粉狀物,後變成淡灰色至污灰色。胞囊柄叢生,大多一胞囊柄着生一個胞囊(圖三)。人工培養基(V-8 juice agar)上產生之胞囊柄則有分枝現象。胞囊脫落時大多連著一小段胞囊柄,像尾巴狀,長短不一,此為本菌一大特徵(圖五)。

胞囊於田間產生者多為檸檬形,乳狀突起顯著,大小 $34 \times 51 \mu\text{m}$,長寬比為1.5左右。培養基上產生之胞囊,形狀和大小變異較大,有檸檬形,橢圓形,圓錐形或卵形者。有時同一胞囊有2—3個乳狀突起。胞囊在水中可釋放游走子,其數目由數個到數十個隨胞囊大小而異。游走子腎形,具雙鞭毛,前鞭毛(Tinsel)長 $15-22.5 \mu\text{m}$,平均 $18.4 \mu\text{m}$,後鞭毛(Whiplash)長 $20-32.5 \mu\text{m}$,平均 $26.8 \mu\text{m}$ (圖六)。游走子靜止(Encyst)後直徑 $7-10 \mu\text{m}$,平均 $8.1 \mu\text{m}$ 。靜止子抽發芽管發芽(圖七)。菌絲寬 $3-6.2 \mu\text{m}$,通常沒有節,但老化之菌絲有節出現。本菌在病組織或人工培養基上皆未發現卵孢子(Oospore)及厚膜孢子(Chlamydospore)。惟若與 A_2 配對型之*Phytophthora parasitica*或*P. cinnamomi*在V-8瓊脂平板上對峙培養一週後,可產生卵孢子,可見本分離菌為 A_1 配對型。根據Leonian氏⁽⁷⁾、Tucker氏⁽¹¹⁾、Waterhouse女士⁽¹²⁾及Katsura等氏⁽³⁾的報告,可確定臺灣甜椒及辣椒疫病病原菌為*Phytophthora capsici* Leonian。

溫度對本菌菌絲生長之影響 本菌菌絲生長溫度範圍很廣, $12-32^\circ\text{C}$ 皆可生長,以 28°C 生長最好,在V-8瓊脂平板上每天可長1.1公分(圖八),所有供試之甜椒疫病病菌三菌系及辣椒疫病病菌兩系對溫度適應範圍皆無顯著差異。

溫度對胞囊釋放游走子之影響 本菌之胞囊在水中極易釋放游走子,在 28°C 產生之胞囊,在不同低溫處理後,其所產生之游走子數目以 8°C 及 12°C 最多, 16°C 、 20°C 及 24°C

次之,在 28°C 只可產生極少數游走子。低溫處理時間為20—30分鐘即可,1小時或更長時間之低溫處理,游走子釋放量不呈比例增加。

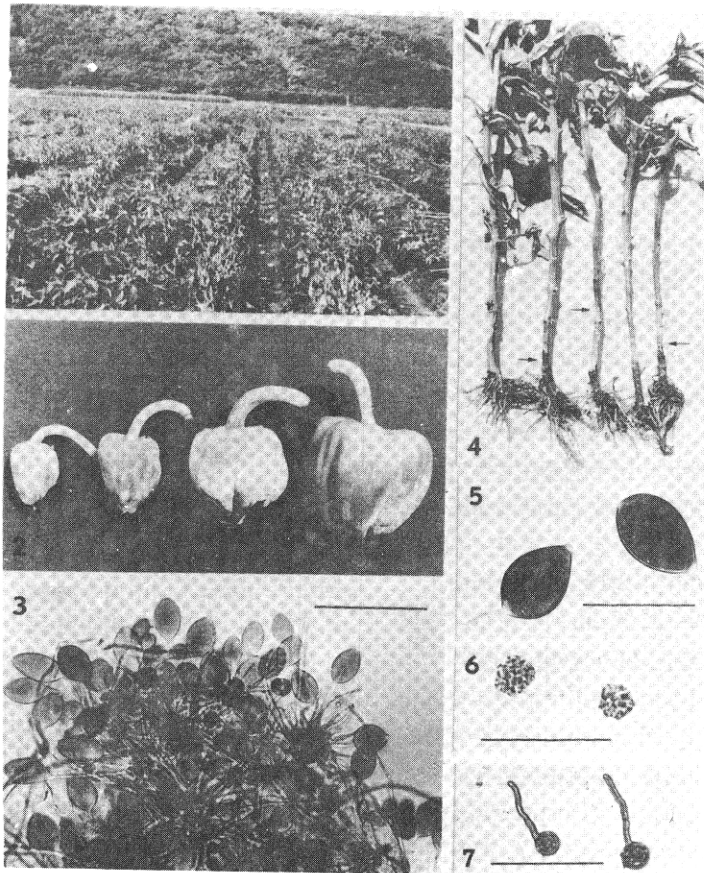
溫度對游走子發芽率之影響 本菌游走子發芽之溫度範圍比菌絲生長還廣,在 $12-40^\circ\text{C}$ 中皆可發芽,以 28°C 最好,在此溫度下,游走子1小時即有少數發芽,3小時後45.8%發芽,6小時後71.5%發芽(圖九),12小時後則 $16-36^\circ\text{C}$ 所有處理,皆達100%之發芽率。

游走子在水中靜止發芽12小時後,其發芽管頂端往往會產生一個和其靜止子大小差不多之小胞囊(Microsporangium),靜止子內所有之原生質經發芽管流入此小胞囊,靜止子成為空殼,此種小胞囊低溫處理後可釋放一個游走子。

寄主範圍及分佈 由全省各地採集分離及鑑定結果證實本菌除危害甜椒及辣椒外,尚可危害茄仔、番茄、西瓜、洋葱、Aloe、老藤、美國石竹、吊鐘花等作物及花卉。茄子僅其果實被害呈褐色腐爛,雨季時非常嚴重,幼苗及嫩枝偶而受害,成株及葉片具抗病性。番茄則苗期受害較嚴重引起猝倒症或芽枯,莖、葉偶而受害。本菌對西瓜僅為害果實引起腐爛,小玉及小鳳西瓜較常發現。對洋葱則引起鱗莖腐爛。對美國石竹及吊鐘花則寄生於根部或莖基引起萎凋。Aloe僅葉片受害引起黑色水浸狀病斑。至於老藤,本菌為害其根部及莖基造成植株黃化,落葉而至萎凋。

本菌在全省各地共採集到37株菌株,廣泛分佈於中、南、東部各縣,尤其以臺中、南投、嘉義、屏東、花蓮等縣較多,北部五縣及南部高雄縣尚未分離到本菌(圖十)。其分佈主要依其寄主作物之栽培區。臺中地區主要由茄仔及番茄分離到,南投則由甜椒及其他花卉等分離到,嘉義則由辣椒分離到,屏東縣大都是茄仔及番茄,花蓮則由甜椒、西瓜、番茄分離到本菌。

抗病測定 由農友種苗公司供應之甜椒10品系及辣椒4品系,每品系發芽率分別為藍星39、三春45、巨星39 新星52、F-65-15 46、F-65-34 59、F-65-46 46、F-65-48 45、



圖一、甜椒園受疫病嚴重為害情形

Fig. 1. Sweet pepper damaged severely by *Phytophthora* blight

圖二、甜椒果實被疫病感染，多量胞囊產生於病斑表面上

Fig. 2. Symptoms on sweet pepper fruits, notes abundant sporangia produced on the surface of disease lesion

圖三、果實病斑表面上產生之胞囊柄及胞囊。比例尺為 125 μm

Fig. 3. Morphology of sporangiophore and sporangia produced on fruit of disease lesions. Bar represents 125 μm

圖四、甜椒莖基受害，被害處縮轉褐黑色，注意病斑上產生許多胞囊

Fig. 4. Symptoms on stem foot of sweet pepper, note sporangia produced on disease lesions

圖五、典型附有尾巴之甜椒疫病菌胞囊。比例尺為 50 μm

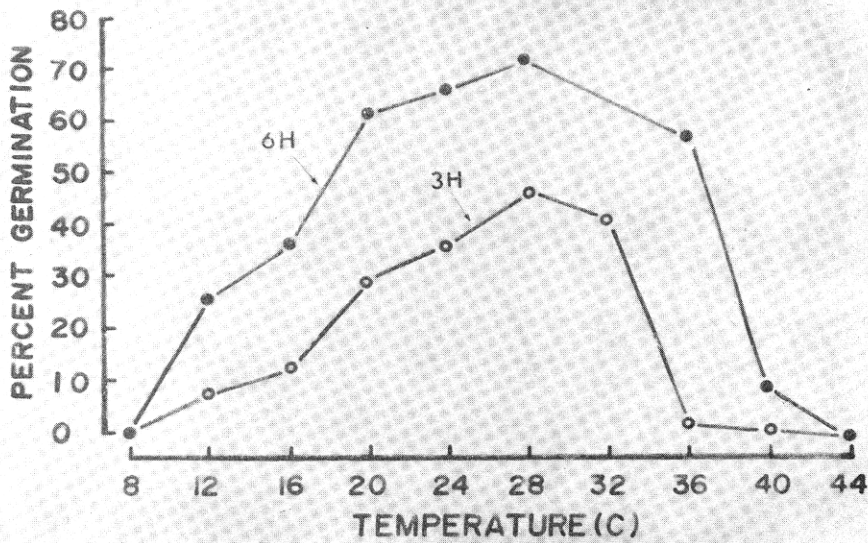
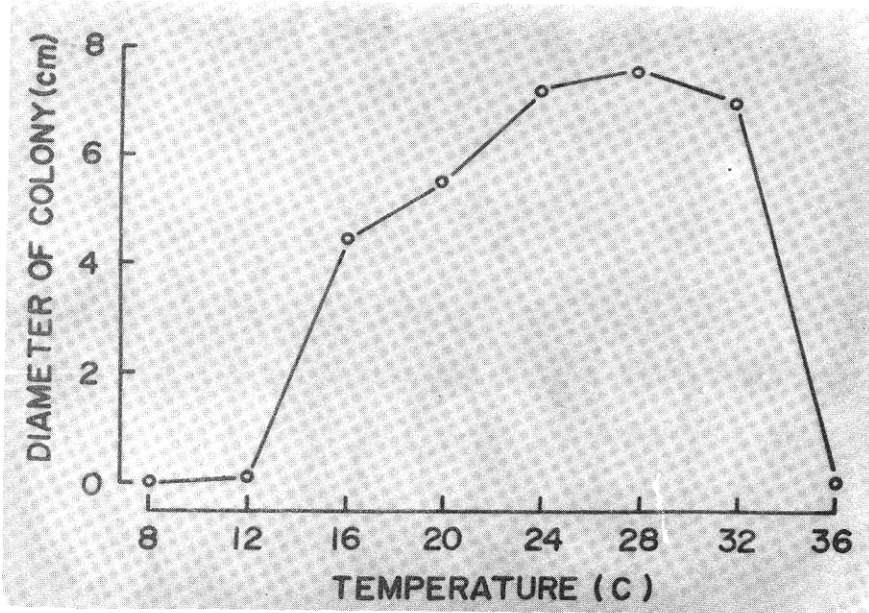
Fig. 5. Typical sporangia of *Phytophthora capsici*, the substantial portions of sporangiophore remain attached. Bar represents 50 μm

圖六、甜椒疫病菌 *Phytophthora capsici* 之游走子。比例尺為 50 μm

Fig. 6. Zoospores of *Phytophthora capsici*. Bar represents 50 μm

圖七、游走子在水瓊脂平板上發芽三小時後情形，比例尺為 50 μm

Fig. 7. Zoospores germinate on water agar after 3 hr. Bar represents 50 μm

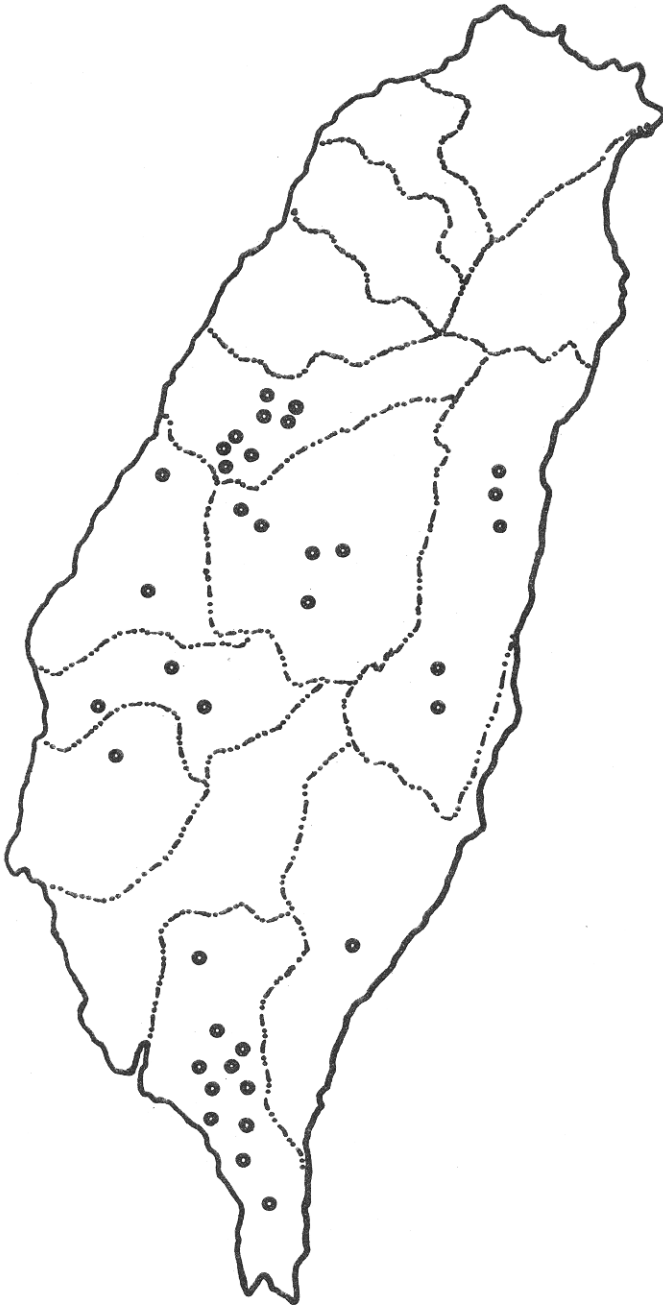


圖八、溫度對甜椒疫病菌菌絲生長之影響

Fig. 8. Effect of temperature on mycelial growth of *Phytophthora capsici*

圖九、溫度對甜椒疫病菌孢子發芽率之影響

Fig. 9. Effect of temperature on zoospore germination of *Phytophthora capsici* (Germination on water agar after 3 and 6 hr.)



圖十、臺灣採集 *Phytophthora capsici* 之地點

Fig. 10. Location from where *Phytophthora capsici* has been isolated

F-65-53 37、F-65-54 69、紅蕃57、千香8、HF-13 34、F-65-50 12等。經疫病菌游走子接種後，全部植株皆於十天內發病死亡，無一倖存，可見所有試驗品系皆為極感病性。對照未接種者則未有發病株。

討 論

由 *Phytophthora capsici* 所引起的甜椒及辣椒疫病，在臺灣省首次於1976年11月在竹山發現，其後之調查證實本病廣泛的發生於全省各甜椒及辣椒栽培區，且造成極嚴重的危害，由此推測本病可能存在臺灣已有多年。*P. capsici* 為一種強病原性多寄主之疫病菌，據國外文獻報告本菌可寄生於茄科、瓜類、豆科、十字花科及多種花卉等⁽¹⁰⁾，臺灣因為作物相當複雜，遭受本菌為害的作物亦不少。本菌在臺灣雖於1976年11月首次發現⁽¹⁾，但由其分佈之廣推測，本菌在臺灣可能已存在多年，未分離到本菌之北部五縣及高雄縣乃因栽培之寄主作物較少，剛好未採到標本所致，筆者相信本菌可能已分佈全省各地。

由於本病菌生長及孢子發芽溫度範圍極廣，屬亞熱帶的臺灣，全年皆可栽培甜椒及辣椒，全年皆會發生疫病。秋冬溫度低雨量少，本病皆在排水不良之椒園發生，其傳播多靠根之接觸及灌排水，速度較慢。春夏高溫多雨，本病發生後即產生大量胞囊。其游走子隨風雨飛濺感染其它健株，病勢蔓延極速。雨季在臺灣很難栽培甜椒，主要就是因為疫病的緣故。

本菌尚未發現有厚膜孢子的形成，在病組織或培養基上單一培養時也未見卵孢子產生。由全省各地分離的菌株又皆為 A₁ 配對型，而無 A₂ 配對型的存在，則本菌在土壤中以何種形態存在，實在值得探討。最近據 Ko 氏^(5,6) 及 Zentmyer 氏⁽¹³⁾ 的研究，Heterothallism 的 *Phytophthora* 產生有性世代的卵孢子需有某種 Hormone 的刺激即可，此種物質可由寄主，植物根部或其他菌類分泌產生。本菌是否亦藉此種物質在土壤中形成卵孢子殘存需要深入研究。

抗病測定初步結果，未發現任何抗病品種。因為試驗在溫室花鉢中以小苗進行，且數量

不多，與實際田間情形可能有所差異，擬再舉行較大規模的田間抗病品種篩選。田間辣椒受害情形較甜椒輕微，可能辣椒成株略具耐病性。在抗病品種未育成之前，藥劑防治本病為一可行之路。由委託試驗結果得知，甜椒苗床期以 Terrazole 35% 可濕性粉劑 2000 倍液或 Terrazole 25% 乳劑 1500 倍液，每平方公尺灌 3 公升，每十天灌一次可有效防治疫病的發生⁽²⁾，本田期則以上述藥劑每株灌 500 ml 於莖基土壤，每 7—10 天灌一次即有顯著防治效果。

本研究為臺灣植物保護中心植物病理組研究報告第25號。

引 用 文 獻

1. 高清文、呂理榮，1977。臺灣未發表之三種疫病病菌。植保會刊 19:302—303。
2. 臺灣省政府農林廳，1978。植物保護手冊，p. 24。臺灣省農林廳，臺中。
3. Katsura, K. 1961. Mycological and phytopathological studies on *Phytophthora capsici* Leonian in connection with two types of zoosporangial germination. Kyoto Pref. Univ. Tech. Bull. 1:70.
4. Katsura, K., Y. Miyata and T. Mitani. 1968. A new method for the numerous formation of zoosporangia in *Phytophthora* spp. Kyoto Pref. Univ. Agr. Sci. Rep. 20:32—36 (in Japanese, English summary).
5. Ko, W. H. 1978. Heterothallic *Phytophthora*: evidence for hormonal regulation of sexual reproduction. J. Gen. Microbiol. 107:15—18.
6. Ko, W. H. 1980. Hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora*. J. Gen. Microbiol. 116:459—463.
7. Leonian, L. H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici* sp. nov. Phytopathology 12:401—408.
8. Masago, H., M. Yoshikawa, M. Fukada and N. Nakanishi. 1977. Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation

- of *Phytophthora* spp. from soils and plants. *Phytopathology* 67:425-428.
9. Miyata, Y., K. Katsura and T. Murotawa. 1970. Paper lid method for cultivation of numerous zoosporangia in *Phytophthora capsici*. *Kyoto Pref. Univ. Agr. Sci. Rep.* 22:27-30 (Japanese, English summary).
 10. Satour, M. M. and E. E. Butler. 1967. A root and crown rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* and *P. parasitica*. *Phytopathology* 57:510-515.
 11. Tucker, C. M. 1970. Taxonomy of the genus *Phytophthora* De Bary. *Res. Bull. Mo. Agr. Exp. Sta.* 153:146.
 12. Waterhouse, G. M. 1970. The genus *Phytophthora* De Bary. C. A. B. Mycological papers No. 122.
 13. Zentmyer, G. A. 1979. Stimulating of sexual reproduction in the A₂ mating type of *Phytophthora cinnamomi* by a substance in avocado roots. *Phytopathology* 69:1129-1131.

PEPPER BLIGHT INDUCED BY *PHYTOPHTHORA CAPSICI*

L. S. Leu¹ and C. W. Kao¹

Phytophthora blight of pepper was found at Chusan in November 1976. Island wide surveys revealed the disease was distributed in most sweet pepper and hot pepper fields. Sweet pepper was more severely damaged by the disease, especially in rainy season. The causal pathogen was identified as *Phytophthora capsici* Leonian. The cardinal temperatures for mycelial growth were, 12, 28, and 32°C, and those for zoospore germination were 12, 28, and 40°C. Because the fungus grows well at a wide temperature range, the disease can occur during all seasons in Taiwan. During the autumn-winter crop (dry season in central and southern Taiwan) the pathogen usually infects root and

stalk (stem foot) causing wilt symptoms. During the spring-summer crop (rainy season) the pathogen can infects all parts of the plants by rain splash. Due to the abundant sporangia produced by the diseased plants in wet weather, the disease spreads very rapidly and typically kills the whole plantation within a few weeks. Thus *Phytophthora* blight is thought to be one of the most important diseases in pepper in Taiwan. *Phytophthora capsici* has a wide host range and distribution. Ten varieties of sweet pepper and 4 of hot pepper were screened for disease resistance. All varieties were susceptible to the disease when inoculated with zoospore suspensions.

(Key words: *Phytophthora capsici*, sweet and hot pepper, sporangia formation, zoospore germination, host range)

1. Plant Pathology Division, Plant Protection Center, Taiwan. Wufeng, Taichung, Taiwan 431, Republic of China.