

研 究 論 文

雲 南 省 蠶 豆 枯萎病和莖腐病的研究 (其一)

俞大綏 方中達

在全世界所有生產蠶豆的國家裏面，中華人民共和國佔了第一位。我們全國栽培蠶豆的面積，大約佔四千多萬畝，平均每年生產蠶豆六千多萬市石。蠶豆是水稻區裏面一個比較合乎理想的冬季作物，它的生長期比小麥短，收穫較早，使農民有充分的時間耕作稻田。它的習性適宜溫濕的土壤，即使土面上偶有積水，蠶豆仍能照常生長。它是一種豆植物，根上面產生許多的根瘤，能增加土地的肥力，它也是禾本科作物一個最適合的輪作作物。因為這些原因，在南方，蠶豆栽培得特別的多，而在北方，蠶豆很少。根據面積，南方的江蘇、安徽、湖北、湖南、江西、浙江、四川、福建、廣東、廣西、雲南和貴州十二省，共種蠶豆三千六百多萬畝；而北方的綏遠、察哈爾、寧夏、新疆、青海、甘肅、陝西、山西、山東、河北和河南十一省，僅只有蠶豆六百萬畝。兩大區域裏面蠶豆面積的比率，大致是六比一。根據產量，南方和北方平均每年蠶豆的產量的比率，大約是十一比一。

蠶豆是南方一個重要的冬季作物，而在雲南省，更特別的重要。這是如何說法呢？讓我們將全國七個主要生產蠶豆省份的蠶豆栽培面積，和其他四個主要冬季作物的面積作比較，就可以看出蠶豆在雲南省是何等的重要。(表一)

分析‘表一’裏面所列的數字，根據面積，四川居首位，順次是雲南、湖北、江蘇、浙江、湖南和江西。僅只根據面積的大小，並不能顯示某一種作物在某一地區裏面的重要性，因為地區的面積不同，例如，四川和浙江兩省的栽培總面積，就相差很遠，因此必須要根據某一區域裏面各個主要

作物栽培面積的百分比率，方纔可以知道一個作物的重要性。根據蠶豆栽培面積的百分比率，雲南居第一位，順次是湖南、浙江、四川、湖北、江西和江蘇。蠶豆在雲南省，不僅只是栽培面積的百分比率最大，而且和其他主要冬季作物的栽培面積百分比率作比較時，差異也最大。我們就拿蠶豆和小麥作比較罷，因為小麥是我國全國裏面最主要的冬季作物，蠶豆和小麥栽培面積百分率的比率：四川是一比二，湖北一比三，江蘇一比四，浙江三比五，江西一比三，在這五省裏面，蠶豆統比小麥少；湖南一·一比一，兩種作物面積相差無幾；雲南一·五比一，蠶豆的面積比小麥多50%。

蠶豆為甚麼原因在雲南是如此的重要？除開上面所提到的幾個理由以外，還有幾個重要的理由：雲南各縣，大半是四面環山，當中有一塊低地，俗稱壩子，低地終年潮濕，最適宜蠶豆的生長；雲南水稻播種特早，必須和最早熟的作物輪作，蠶豆的成熟期本來已比小麥早，而在雲南當秋季水稻尚未收穫以前，就在稻行的中間點播蠶豆，水稻收割的時候，蠶豆已長達幾寸高，因此更可以提前它的成熟期；雲南有些地方的土性極黏，點播蠶豆比撒播小麥比較省工；又雲南多山，主要的交通工具是靠馱馬，蠶豆是馱馬最主要的飼料，實際連蠶豆脫粒時打脫下來的破碎的莖和葉，也供牲畜作飼料。在雲南，蠶豆確實被充分的利用了。

我們在雲南前後住了八年。曾經到南部、東部和西部去調查作物的病害，立即發現蠶豆感染有一種極劇烈的病害。在比較高的田或是地裏面是十分嚴重的，時常有整塊的田地，或是一大片的地

表一 中國主要生產蠶豆省別五種主要冬季作物栽培面積和百分比率

省 別	蠶 豆		小 麥		大 麥		豌豆		油 菜		總 計	
	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%
四 川	7,891	14.41	15,158	27.69	12,048	22.00	8,534	15.59	11,121	20.31	54,752	100
雲 南	5,649	39.52	3,485	24.41	1,946	13.62	1,847	14.93	1,360	9.52	14,291	100
湖 北	5,071	11.73	15,127	34.99	13,908	32.17	5,225	12.09	3,899	9.02	43,230	100
江 蘇	4,781	7.68	33,128	53.21	15,498	24.89	5,075	8.15	3,782	6.07	62,264	100
浙 江	4,332	18.37	7,576	32.13	4,468	18.95	2,091	8.87	5,116	21.18	23,577	100
湖 南	3,581	21.22	3,335	19.76	1,839	10.89	2,093	12.40	6,031	35.73	16,879	100
江 西	2,088	10.54	6,005	30.32	2,990	15.14	1,905	9.63	6,807	34.37	19,804	100

面積單位千市畝

方上面的蠶豆,整個枯死,顆粒無收。但是在低濕的田裏面,這個病害比較的少。在高的田地裏面,病害所致的損失是自5—100%。(參考文獻6,7,8)

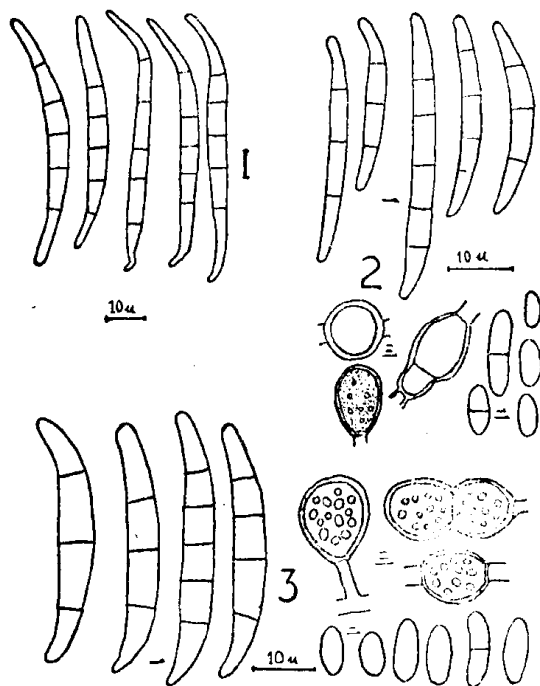
爲研究蠶豆枯死的原因,我們拔取受病的豆株,割取根部,先用清水將上面黏着的泥土洗淨,然後浸在0.1%的昇汞溶液裏面二十分鐘,再用消毒清水洗去上面遺留的昇汞,等它們稍乾後,用消毒過的刀,剖開根部,向中心挑取少許變色的組織,擱在玻皿裏面的馬鈴薯培養基面上,在溫箱裏面培養,一俟有菌絲長出後,挑取菌絲,接種在玻管裏面。用這個方法,我們分離得許多種的真菌。經分別的給蠶豆接種,最後證明蠶豆枯萎和莖腐病主要的病原是三種镰刀菌。因爲它們和已知的镰刀菌種的寄主限度不同,所以我們認爲這三種镰刀菌種是三個新的變種。(參考文獻4)

現在將這三個菌種的形態和在蠶豆上面所發生的病徵,記載在下面:

(一) 蠶豆枯萎病

病原菌是 *Fusarium avenaceum* var. *fabae* (新變種),小型分生孢子,不產生,或是偶爾產生,卵狀,長圓或腎臟狀,無間隔或是一個間隔,無間隔的孢子 10.7×3.7 ($8.7-13.9 \times 3.5-4.4$)公勿(每公勿等於千分之一的公厘),一個間隔的孢子 13.9×3.4 ($10.4-15.7 \times 3.3-3.4$)公勿。大型孢子,生長在孢子球裏面,灣曲梭狀,蠕虫狀,絲狀,很長而窄,中部稍寬,基端細胞長而狹,頂端窄狹稍尖,灣曲很大,孢子最多的是五個間隔,55.4 $\times$ 3.8($46.4-63.0 \times 3.5-4.2$)公勿,很少七個間隔,十二個間隔的孢子是例外,三個間隔孢子 42.8×3.6 ($34.8-47.9 \times 3.5-3.8$)公勿,四

個間隔孢子 49.4×3.7 ($41.6-56.7 \times 3.5-4.4$)公勿,六個間隔孢子 62.9×3.8 ($56.6-73.1 \times 3.5-4.5$)公勿,七個間隔孢子 73.1×3.7 公勿,生長在假孢子層裏面的孢子,體積,形狀和間隔的數目,差異很大,間隔的數目零至十二。孢子球,球狀或是不規則形,潮潤或黏滑,光亮,朝紅色。假孢子層很少產生,擴展,黏滑,光亮,朝紅色,菌核深藍黑色,粗糙,卵形,圓形或不規則形,很大,直徑1公厘($0.2-2.5$ 公厘),不產生深垣孢子。(見圖一)



圖一 蠶豆枯萎病和根腐病的病原菌
1. *Fusarium avenaceum* f. *fabae* 大型分生孢子
2. *F. oxysporium* f. *fabae* (一) 大型分生孢子 (二) 小型分生孢子 (三) 厚垣孢子
3. *F. solani* f. *fabae* (一) 大型分生孢子 (二) 小型分生孢子 (三) 厚垣孢子

最初的病徵發現在植株將要或正在開花的時候。葉片起初呈淡綠色，漸次變成淡黃色，葉邊的緣，尤其是葉尖上，有黑色的病痕。莖上端的葉片，直立，並且比正常的葉片較堅硬。有的時候，整株蠶豆變黃，自下向上，一直到頂端的葉、芽順次的枯萎。葉片有時候變成黃綠色後，很快的乾死。這些受病的葉片，曲扭、捲曲，組織像脆紙。在這個病徵變化的過程中，莖桿變黑，枯萎。蠶豆自初現病徵，一星期後，可能枯死。在田裏面，通常需要二十到三十天，方纔完全枯死。病株時常比健株矮小。

(參考文獻 6)

在病徵很顯著的時候，去拔取病株，感覺到很不費力，就可以將他們自土裏面拔出來。這是因為根部差不多完全受了損傷，細根幾乎全數爛盡，主根腐爛，根裏面的維管束變成褐色，向上蔓延到莖裏面。

用人工的方法接種，這個病菌，除蠶豆以外，不能侵害菜豆、豇豆、豌豆、蕃茄、小麥、燕麥、玉蜀黍和胡蘿蔔。

雲南的蠶豆，除感染枯萎病以外，還感染有莖基腐病。病徵是根腐爛，很快的蔓延到莖的基部，植株在一個很短的時間內，完全枯死，看不到普通葉片漸次變色，再逐漸凋萎的病徵。這是雲南省蠶豆上面最劇烈並且最普遍的疾病，差不多只發生在高而乾的田或地裏面。枯萎病和莖基腐病的病原菌是一種，學名是 *Fusarium avenaceum*。因為致枯萎的病菌侵害蠶豆後所發生的病徵，完全不相同，它使蠶豆逐漸的凋萎，不能使莖基部迅速的腐爛。因此我們認為它是 *F. avenaceum* 的一個變種。我們自蠶豆病根分離得許多 *F. avenaceum*，他們的致病情況很不相同。由此可見，*F. avenaceum* 包括有很多的變種，通常認為他們是生理小種。關於這些菌種的形態、生理和致病力比較的結果，以後再發表詳細的報告。

(二) 蠶豆根乾腐病

病原菌是 *Fusarium solani* f. *fabae* (新變種)。小型分生孢子生長在分枝不規則的孢子梗上面，卵形，長卵形或是短桿形， 6.6×2.1 公勿，很少有間隔。大型分生孢子，生長在菌絲或是偽孢子球上面，又生長在孢子球或是孢子層上面，梭形或稍微彎曲，頂端圓形又稍微收縮，孢子下端稍微有柄或

是根本沒有柄，零至六個間隔，最多的是三個間隔， 34.8×5.2 公勿。叢集的分生孢子金黃色，黃紅色，淡紅或乳酪色。菌核很小，深藍色或藍紫色。厚垣孢子生長在菌絲的頂端或是中間，大多數的是單細胞，球形或是長圓形， 10.6×10.0 公勿，兩個細胞的厚垣孢子 24.2×15.1 公勿，厚垣孢子有的時候互相連接成短鍊狀，表面光滑或有皺折。(圖一，3)

和這個病菌很相近的，還有兩種菌能使豆種作物發生根腐病：一個是 *Fusarium solani* v. *Martii* f2，致豌豆的根腐病；另一個是 *Fusarium solani* v. *Martii* f3，致菜豆的根腐病。但是蠶豆根腐病的病原菌和他們是不相同的，因為孢子的大小不同和寄生的寄主也不相同。(參考文獻 1)

病菌使蠶豆發生顯著的根腐病，受病的根和莖的基部變黑而腐爛。在病害發生相當遲的時期，側生根和主根的一大部份萎縮並變乾，葉片僅只略顯黃色。在土面上植物所發生最明顯的病徵，是在下面的葉片的邊緣上面，產生大小不同的黑色病痕，這些病痕逐漸擴大，最後發展到整個的葉片。在莖上端的葉片上，有形狀不規則，大小不同的黑色斑點，生長在葉脈的中間，病害逐漸深沉，葉片和莖變黑，萎縮並枯死。葉和莖的維管束和皮層均受病菌的侵襲，變成褐色，病根乾腐，因此被稱作乾腐病。(參考文獻 8)

接種試驗證明這個病菌，除蠶豆外，不能侵害菜豆、豌豆、豇豆、燕麥、小麥和玉蜀黍。

(三) 蠶豆黃枯萎病

病原菌是 *Fusarium oxysporium* v. *fabae* (新變種)。

菌絲生長茂盛。起初是灰白色，變成黃褐色和濃淡不同的色澤。培養基裏面產生顏色極不相同的色素。小型分生孢子很不規則的，大量的生長在菌絲上面，卵形、長圓形或是不規則橢圓形，大多數的是單細胞， 7.1×3.3 ($5.2-10.4 \times 2.1-3.5$) 公勿。大型分生孢子很稀少，大多數的是三個間隔，寬度均勻，或是上端略寬，近頂端略微彎曲，頂端圓形，基部很直或是垂直，很少有柄， 31.9×4.1 公勿。孢子球和孢子層稀有，菌核菌絲層深綠色，縱線到石綠色。厚垣孢子單生、雙生或連接成短鍊，生長在菌絲的頂端或是中間，球形，扁球

形，外皮厚深，褐色，光滑， $7.3 \times 6.9 \times 6.6 - 9.1 \times 5.8 - 7.4$ 公勿。(圖一，2)

蠶豆在地面上各部分所發生最顯著的病徵，是葉片變黃，病葉黃色，並多少硬化，病株的根和莖的基部，並不顯著的變色。剖開受病的根，可以看到維管束變成紅褐色。(參考文獻8)

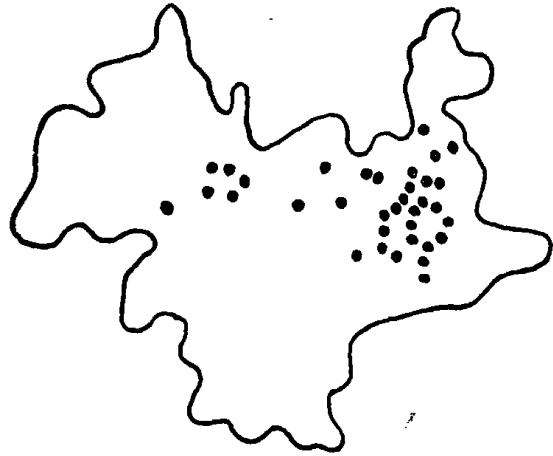
接種試驗證明這個病菌，除蠶豆以外，不能侵害菜豆、豇豆、豌豆、燕麥、小麥和玉蜀黍。

這個病菌和致豌豆枯萎病的 *Fusarium oxysporium f. pisi* 的形態和培養性質相像，只是寄生性不相同。我們用蠶豆和豌豆上面分離得的病菌，交互的給蠶豆和豌豆接種，所得到的結果，是豌豆的病菌侵害豌豆，偶爾也能侵害蠶豆，但是蠶豆的病菌，僅只能侵害蠶豆，而不能侵害豌豆。(參考文獻2,3)

(四)鐮刀菌屬三種病菌 *Fusarium avenaceum*, *F. Solani*, *v. fabae* 和 *F. oxysporium v. fabae* 在雲南省的分佈情形

因為雲南省的蠶豆受這些病菌的侵害，蒙受嚴重的損失，我們逐年不斷的到各縣去作採集和調查，同時又有各地的農業機關和學校，時常寄來受病的蠶豆標本，我們自病株分離出病菌，再給他們鑑定學名，並將致枯萎病的 *Fusarium avenaceum v. fabae* 和致莖基腐病的 *F. avenaceum*，歸納在 *F. avenaceum* 一個學名下面。因為受時間和設備的限制，不能將他們分別的鑑定。根據記錄，在雲南發現有蠶豆枯萎病、莖基腐病、根枯病和黃枯萎病的縣別，計有：河西、玉溪、彌勒、路南、宜良、保山、大姚、永平、蒙化、祥雲、大理、楚雄、元謀、新平、陸良、祿勳、會澤、嵩明、曲靖、霑益、昆明、開遠、婆兮、呈貢、昆陽、澂江、晉寧、龍陵、安寧、華寧、和通海。病害分佈的情形見‘圖二’。雲南省主要產蠶豆的區域裏面，均經發現有這幾種病害。在低濕或終年有水的田裏面，這些病害發生極少，但是在高的田或是地裏面，病害時常十分的嚴重。根據零星的病害調查記錄，雲南省蠶豆每年蒙受這幾種病害所致的損失估計，至少是1.5—2%，相當損失蠶豆147,000到196,000市石。

為要了解這些病菌在蠶豆病根裏面所佔的百分率的大小，我們會自昆明、宜良、開遠、雞街、楊



圖二 雲南省蠶豆枯萎病根腐病和莖基腐病菌分佈圖
林、婆兮、大莊、呈貢、路南、狗街、歸化、澂江、晉寧、龍林、安寧、華寧、通海、玉溪、河西和昆陽二十個地點，採集呈枯萎現象的蠶豆2,600株，供做分離病菌的材料。現在將分離1,337次所得到真菌的名稱、次數和百分率，列在‘表二’裏面。

表二 自蠶豆病根分離得的菌種名稱次數和百分率

病 菌 名 稱	發現次數	百分率
<i>Fusarium oxysporium</i>	532	40.09
<i>Fusarium avenaceum</i>	411	30.97
<i>Fusarium solani</i>	110	8.23
* <i>Fusarium sp.</i>	124	9.34
<i>Fusarium moniliforme</i>	3	0.23
<i>Epicoccum sp.</i>	58	4.36
<i>Alternaria sp.</i>	24	1.81
<i>Stilbum sp.</i>	29	2.16
<i>Ramularia sp.</i>	13	0.98
<i>Botrysporium sp.</i>	6	0.45
<i>Rhizopus sp.</i>	6	0.45
<i>Verticillium sp.</i>	5	0.38
<i>Rhizoctonia sp.</i>	4	0.30
<i>Mucor sp.</i>	3	0.23
<i>Penicillium sp.</i>	2	0.15
<i>Thamnidium sp.</i>	1	0.08
<i>Pythium sp.</i>	1	0.08
<i>Sclerotium sp.</i>	1	0.08
<i>Homodendron sp.</i>	1	0.08
<i>Botrytis sp.</i>	1	0.08
<i>Trichoderma sp.</i>	1	0.08
總 數	1,337	100.00

* *Fusarium sp.* 包括 *Fusarium oxysporium*, *F. avenaceum* 和 *F. solani*.

在1,327次病根分離的結果裏面,共分離得三種鐮刀菌屬 *Fusarium oxysporium*, *F. avenaceum*, *S. solani* 1,177次,佔全數88.70%。其中以 *F. oxysporium* 最多,佔 40.09%, *F. avenaceum* 佔30.97%, 居次位, *F. solani* 最少, 僅佔8.29%。此外還有 9.34% 包括這三種病菌, 因為分離後參雜有別的菌, 或經初步鑑定後, 又遺失掉了, 因此沒有將他們作精細的鑑定。所以在表裏面, 將他們歸納在 *Fusarium species* 內。其他可以致蠶豆根莖腐爛或使蠶豆枯萎的病菌, 有 *Rhizoctonia*, *Pythium* 和 *Sclerotium* 三種菌。*Verticillium* 在蠶豆上是一個寄生力最弱的菌。它使根局部變黑死去, 葉片變黃枯死, 但是蠶豆仍舊照樣生長; 最後受病的葉片脫落, 新葉片照常生長, 上面不再發生病徵, 使整個植株和健全的蠶豆沒有甚麼區別。 *F. moniliforme* 也和 *Verticillium* 一般, 在蠶豆上面寄生性異常的薄弱。這五種病菌發現次數的總數, 僅只有 1.07%。(參考文獻 5, 9) 至於其他的菌種, 均不能使害蠶豆的根部。這個病菌分離結果的分析, 顯示三種鐮刀菌屬菌的普遍和重要性。

摘 要

蠶豆是雲南省栽培面積最大的一個冬季作物。它是人民重要的食物和牲畜主要的飼料。

雲南省的蠶豆感染有幾種嚴重的病害: 枯萎病, 根乾腐病, 黃枯萎病和莖基腐病。在高的, 乾燥的田和地裏面, 這些病很劇烈, 尤其是莖基病, 甚至能將全田的蠶豆整個的毀滅。根據初步的估計, 雲南省全省的蠶豆因為這幾種病害, 平均每年損失147,000到196,000市石。

這些病害的病原菌均是鐮刀屬的菌種。致枯萎病的病原菌是 *Fusarium avenaceum* f. *fabae*, 致根乾腐病的病原菌是 *F. solani* f. *fabae*, 致黃枯萎病的病原菌是 *F. oxysporium* f. *fabae*。他們的致病性不同, 因此被認為是三個新的變種。在這個報告裏面, 曾記載有它們的形態, 和在蠶豆上面所發生的病徵。致莖基腐病的病原菌是 *F. avenaceum*。

這些病菌, 在雲南省分佈廣闊, 並且很多。根據病根分離的結果, *Fusarium oxysporium* f. *fabae* 最多, *F. avenaceum* 次多, *F. solani* f. *fabae* 較少。

參 考 文 獻

1. Burkholder, W. H. The dry-root rot of bean. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 26, 1919.
2. Jones, F. R. Stem and root-rot of peas in the United States caused by species of *Fusarium*. Jour. Agr. Res 26:459-475, 1923.
3. Linford, M. B. A *Fusarium* wilt of peas in Wisconsin. Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 85, 1928.
4. Wollenweber, H. W., and O. A. Reinking. Die *Fusarium*. Ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Berlin. 1935.
5. Yu, T. F. Relation of soil temperature to pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kuhn. on broad bean seedlings. Nanking Jour. 9:269-280, 1939.
6. *Fusarium* diseases of broad beans. I. A wilt of broad bean caused by *Fusarium avenaceum* var. *fabae*. n. var. Phytopathology 34:385-393, 1944.
7. C. T. Fang. *Fusarium* disease of broad bean. II. Further studies on broad bean wilt caused by *Fusarium avenaceum* var. *fabae*. Phytopathology 38:331-342, 1948.
8. C. T. Fang. *Fusarium* disease of broad bean. III. Root-rot and wilt of broad beans caused by two new forms of *Fusarium*. Phytopathology 38:587-594, 1948.
9. Notes on some weak parasitic fungi isolated from the diseased roots of broad bean. In press.

前中央研究院上海工學研究所製造 Nonex 玻璃

Nonex 玻璃為製造真空管所必需之材料。本所應華東區工業部之要求已從事研究。原料之收集及其他準備工作現已完畢, 即將進行熔煉。本過去研究化學玻璃之經驗, 本研究工作可期於短時期內完成。華東區工業部派有製電泡專家一人參加工作。

(周 仁)