

落花生果莢黑斑病之發生及其防治法¹

程永雄² 鄭安秀³ 陳紹崇³ 杜金池⁴

摘要 落花生是雲嘉南地區主要雜糧作物之一，近年來由於果莢黑斑病嚴重地發生，影響食用加工及冷凍外銷落花生的外觀與品質，初步試驗得知以蒸氣消毒的土壤種植落花生，可以防除果莢上黑斑之發生，證明落花生果莢黑斑病是由土壤微生物所引起，自罹黑斑之果莢分離得之真菌，以 *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* (AG-4), *Sclerotium rolfsii* 及 *Pythium myriotylum* 等四種所佔之分離率較高，且證實具有病原性，另外根瘤線蟲 (*Meloidogyne arenaria*) 及矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus* sp.) 也是造成果莢黑斑的原因之一，試驗結果得知品種間罹病性有所差異，臺南十一號較臺南選九號易罹病；種植於土壤含水量較高 (14~20% MHC) 的砂質壤土之落花生較種植於土壤含水量較低 (4~10% MHC) 的砂質土壤者易罹病。防治上，初步結果顯示，於種植前土壤施用 CaCN_2 或 Nematicur G. 可以減少果莢黑斑病之發生；上述土壤處理再配合開花結莢期灌注 Ridomil-MZ W. P. 或 Benlate W. P., 之田間試驗結果顯示，於土壤含水量較高的砂質壤土，因土壤中含有較高密度的 *Pythium* spp., 所以灌注 Ridomil-MZ W. P. 之處理，果莢罹黑斑率明顯降低，而在砂質土壤，果莢罹黑斑率於各處理間無明顯差異，灌注 Benlate W. P. 之效果較灌注 Ridomil-MZ W. P. 者稍佳；且各種土壤處理對落花生均有增產效果。土壤經溴化甲烷處理再種植落花生，於水泥植框試驗結果顯示，處理區果莢罹病率為 4.5%，較無處理的 21.5% 明顯降低，且增產 111%，但其可行性尚待進一步試驗證明。

關鍵字：落花生果莢黑斑病、*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium myriotylum*, *Meloidogyne arenaria*, *Tylenchorhynchus* sp. 防治。

落花生是雲嘉南平原主要雜糧作物之一，隨著生活品質的提高，食用加工落花生在質及量的需求上益趨迫切，在進行各種食用加工利用中，發現落花生果莢上的黑斑嚴重地影響食用加工及冷凍外銷落花生的外觀及品質。據 Garcia 及 Mitchell (1975) 報告許多土壤弱病原菌與落花生果莢黑斑有密切關係，自落花生果莢上可分離到約 110 屬 200 種的真菌，其中有些真菌彼此之間有相斥或協力性之存在⁽⁷⁾。在許多地區均已發現落花生果莢黑斑病 (Pod rot) 是由土棲性真菌所造成的複合性病害^(3,6,12)。落花生品種 (系) 間對此病害亦有不同抗感性存在⁽¹²⁾。本研究旨在探討自病莢所分離之微生物在果莢黑斑病中所擔任之角色與各微生物間之相關性，及瞭解影響雲嘉南地區落花生果莢黑斑病發生之土壤種類、土壤水分等土壤環境因子，期能有效的控制落花生果莢黑斑病之發生，以提高品質，增加農民收益。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1476 號。本研究承農委會 76-農建-8.1-糧-07 及 77-農建-7.1-糧-34 之經費補助。

2. 前任臺南區農業改良場研究員，現任本所嘉義分所所長。臺灣省 嘉義市。

3. 臺南區農業改良場助理研究員及助理。臺灣省 臺南市。

4. 本所所長。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

(一) 病原菌之分離與鑑定

罹黑斑病之果莢依組織分離法分離病原真菌，以10%次氯酸鈉消毒一分鐘，再以無菌水漂洗三次，經消毒濾紙吸乾後置於培養基 PDA 平板（每公升加 200mg streptomycin, 100mg pimarinic 及 1.0mg botran）⁽²⁰⁾ 分離微生物加以鑑定純化，計算其分離百分率。

(二) 線蟲之分離

採集根圈土壤 100克依柏門氏漏斗分離法分離作物寄生性線蟲，24小時後鏡檢計算線蟲密度。

(三) 病原真菌接種源之準備

F. solani 及 *P. myriotylum* 分別以 PD 液體培養基或消毒之玉米莖葉粉末培養，*R. solani* 及 *S. rolfsii* 則以消毒之馬鈴薯泥培養，待其菌絲長滿培養基及 *S. rolfsii* 菌核成熟後，此四種病原真菌分別混入消毒土中，均勻混合後 *F. solani* 以 PCNB 培養基、*P. myriotylum* 以選擇性培養基⁽¹⁸⁾、*R. solani* 及 PDA 培養基利用稀釋平板法分別測定其接種源密度為 7.3×10^5 propagules(p)/克土、7.2p/克土、138/100克土 及 *S. rolfsii* 60個菌核/100克土。

(四) 病原微生物之病原性測定

以消毒土盆栽落花生（臺南11號），萌芽後即接種矮化線蟲（*Tylenchorhynchus* sp.）或根瘤線蟲（*M. arenaria*）每盆100隻，而真菌之接種，是待開花結莢時，將含有供試四種病原真菌之土壤分別單獨或混合（1:1:1:1 v/v）裝入吉惠育苗紙鉢，整個紙鉢埋入落花生植株旁之土中，再將已伸入土中之果莢柄引入接種源感染土內，作定點接種，並設對照組，一盆進行一種處理，每處理三盆，收穫時調查果莢黑斑病發生情形。

(五) 不同土壤質地對果莢黑斑病發生之影響

1. 土壤質地：七十五年秋作，雲林縣元長鄉試區為砂質壤土（Sandy loam）（75%砂粒、20%粉粒、15%黏粒），四湖鄉試區為壤質砂土（Loamy sand）（80%砂粒、10%粉粒、10%黏粒），七十六年春作，元長試區亦為砂質壤土，四湖試區為砂質土（Sand）（90%砂粒、5%粉粒、5%黏粒）。

2. 供試品種：臺南11號及臺南選9號等兩品種。

3. 試驗方法：每小區四畦，畦寬 100公分，畦長 6 公尺，二行畦，每品種為一處理，每處理四重複。播種前由畦面採土，結莢初期、中期及收穫時每小區採定株之根圈土，分離土壤微生物，並調查果莢黑斑形成情形及分離果莢上微生物。

罹黑斑程度依其黑斑面積佔全果莢面積之比例分五級，指數 n_0 表無黑斑之果莢數， n_1 表黑斑面積佔全果莢面積 $1/4$ 以下之果莢數， n_2 表黑斑面積佔全果莢面積 $1/4 - 1/2$ 之果莢數， n_3 表黑斑面積佔全果莢面積 $1/2 - 3/4$ 之果莢數， n_4 表黑斑面積佔全果莢面積 $3/4$ 以上之果莢數。並依下列公式計算果莢罹黑斑率：

$$\text{罹黑斑率} = \frac{n_0 \times 0 + n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4}{N (\text{調查總果莢數}) \times 4} \times 100\%$$

(五) 土壤添加物對果莢黑斑病之防治效果

1. 供試材料：CaCN₂ (600kg/ha)、Growth up (200kg/ha)、SH-mixture (1200kg/ha)、CaO (600kg/ha) 及 Namacur G. (15kg/ha) 等 5 五種添加處理。臺南11號及臺南選9號落花生。

2. 試驗方法：將前期作嚴重發生落花生果莢黑斑病之田土取回置於水泥植框（2.1m×2.3m×0.3m）共12植框，每植框設置二畦，畦面70公分，二行畦，每一品種一行，每處理四重複（每畦視為一重複）。播種前將供試土壤添加物分別施用於播種溝，稍覆土後播種，CaCN₂ 之處理則於播種前兩星期行處理。分別於播種前及收穫時採土分離土壤微生物，收穫時調查果莢黑斑病發生情形。

(六) 溴化甲烷對果英黑斑病的防治試驗

於水泥植框中進行，植框中土壤已連續種植三季落花生，且英黑斑病發生嚴重，土壤上覆蓋塑膠布，進行溴化甲烷處理 (1 lb/15m²)，三天後掀開塑膠布，一星期後播種臺南十一號落花生，收穫時調查果英罹黑斑率及種仁產量。

(七) 綜合防治試驗

(1) 盆栽試驗：

自果英黑斑病發生嚴重之落花生田採集土壤，進行下列處理二星期後，盆栽種植臺南11號落花生；土壤處理包括：1. 添加 0.04% CaCN₂；2. 添加 0.05% Nemacur G.；3. 添加5% Organic matter (甘雨特肥)；4. 無任何添加物，開花結莢時，上列各種土壤處理再分別單獨或混合灌注 50% Moncut W. P. 2000倍，50% Benlate W. P. 1000倍或58% Ridomil-MZ W. P. 400倍，以無藥劑灌注者為對照；每處理 4 重覆，每盆栽 2 棵視為一重覆，每盆栽灌注藥劑200ml。

(2) 水泥植框試驗：

水泥植框中土壤已連續種植四季落花生，果英黑斑病已發生嚴重過之土壤，進行下列土壤處理包括添加 CaCN₂ (600公斤/公頃)、Nemacur G. (15公斤/公頃)及無任何添加；開花結莢時，上列各種土壤處理再分別灌注 50% Benlate W. P. 1000倍或58% Ridomil-MZ W. P. 400倍，以無藥劑灌注者為對照，共計 9 種處理；每植框種 4 行，株距10公分，每處理 2 重覆。上述兩試驗均於收穫時調查果英罹黑斑率。

(3) 田間試驗：

七十七年春作於雲林縣元長、四湖兩鄉各擇乙處落花生田進行下列六種處理：1. 添加 CaCN₂ (600公斤/公頃)及 Nemacur G. (15公斤/公頃)；2. 添加 CaCN₂，開花結莢時灌注 50% Benlate W. P. 1000倍 (12公斤/公頃)；3. 添加 CaCN₂ 開花結莢時灌注 58% Ridomil-MZ W. P. 400倍 (30公斤/公頃)；4. 添加 Nemacur G.，開花結莢時灌注 50% Benlate W. P. 1000倍；5. 添加 Nemacur G.，開花結莢時灌注58% Ridomil-MZ W. P. 400倍，6. 對照無任何處理。小區面積4m×6m二行畦，行株距35cm×10cm 每處理四重覆。

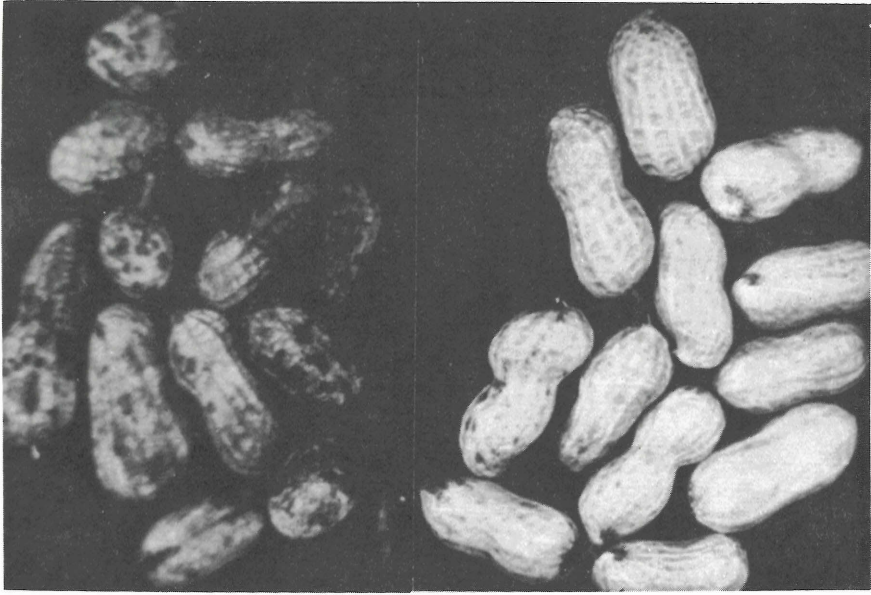
於播種後，播種後 4 星期及收穫時，調查土壤微生物相，線蟲密度；收穫時調查果英罹黑斑率及種仁產量。

結 果

(一) 落花生果英黑斑病病原菌之分離與鑑定

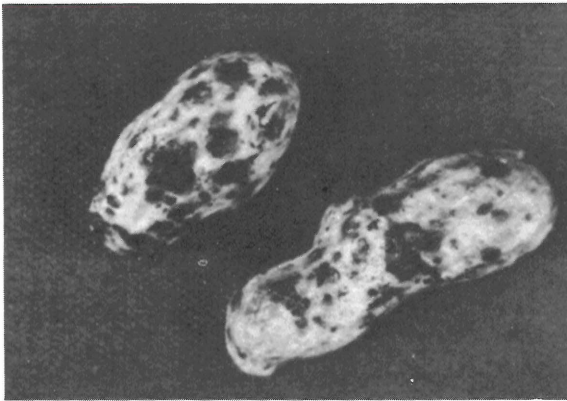
取回落花生果英黑斑病發生嚴重田之田土，部份經蒸氣消毒後種植臺南十一號落花生，而以不消毒之田土為對照處理，結果發現種植於蒸氣消毒土之落花生英無黑斑產生，而對照處理者落花生果英黑斑病發生嚴重 (圖一)。

七十五年秋作及七十六年春作自雲嘉南地區主要落花生栽培區取回罹病之果英，依病斑型態可分為二類，一為斑點型 (Spot) (圖二)，另一為水浸狀腐爛型 (Rot) (圖三)，兩期作分離 500個病斑結果如表一所示，以 *F. solani* 所佔的分離百分比最高為 37.21%，*Fusarium* spp. (24.3%)次之，*S. rolfsii* (13.7%)，*R. solani* (AG-4) (7.1%)及 *Pythium* spp. (4.9%)等，且發現斑點型病斑分離之真菌以 *F. solani* 及 *R. solani* 為主，此二種病原菌於果英上形成線型或斑點型的黑斑，不易擴展，只影響到果英的外觀，不會對產量造成嚴重的損失。水浸狀腐爛型病斑分離之真菌則以 *S. rolfsii* 及 *Pythium* spp. 最多，而 *P. myriotylum* 為 *Pythium* spp. 中主要的一種。*P. myriotylum* 易於果英上形成水浸狀腐爛型黑斑，漸漸擴大到整個果英甚至果柄，造成果柄脫落，無法收穫造成產量上嚴重的損失，顯示 *P. myriotylum* 的危害較 *R. solani* 及 *F. solani* 的危害嚴重。



圖一、右：健康的落花生果莢
左：罹患黑斑病之果莢

Fig. 1. Health pod (right),
black spot showed on pod (left)



圖二、*Fusarium solani* 及 *Rhizoctonia solani* 造成之病徵

Fig. 2. Pod rot caused by *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani*



圖三、*Pythium myriotylum* 在果莢上造成之病徵

Fig. 3. Pod rot caused by *Pythium myriotylum*

(二) 病原微生物之病原性測定

供試線蟲包括根瘤線蟲及矮化線蟲分別對落花生果莢造成腫瘤及褐色小點，褐色病斑中央稍呈現凹陷的病斑，四種供試真菌單獨或混合接種均造成果莢黑斑病徵，混合接種出現的黑斑類型與田間自然發生者相類似；兩種供試線蟲與 *F. solani*、*S. rolfsii* 及 *P. myriotylum* 混合接種有增加發病的趨勢，但與 *R. solani* 混合接種則無此種現象（表二、三）。

表一、落花生果莢黑斑分離所得微生物種類及分離率

Table 1. The percentage of microorganisms isolated from infected pods

Microorganism	% of microorganism isolated from infected pod		
	Autumn crop, 1986	Spring crop, 1987	Average
<i>Fusarium solani</i>	37.0	37.4	37.2
<i>Rhizoctonia solani</i>	11.0	3.2	7.1
<i>Sclerotium rolfsii</i>	14.7	12.7	13.7
<i>Pythium</i> spp.	6.8	2.9	4.9
<i>Fusarium</i> spp.	23.8	24.9	24.3
<i>Penicillium</i> spp.	0.8	6.9	3.8
<i>Aspergillus</i> spp.	0.8	0.0	0.4
<i>Trichoderma</i> spp.	0.3	0.9	0.6
Other fungi	4.8	5.6	5.2
Bacteria	0.0	5.5	2.8

表二、根瘤線蟲及病原真菌與果莢黑斑病發生之關係*

Table 2. The incidence of pod rot of peanut associated with *Meloidogyne arenaria* and pathogenic fungi

Treatment	% of infected pod	Treatment	% of infected pod
<i>Fusarium solani</i>	16.7	<i>Meloidogyne arenaria</i>	66.7
<i>Rhizoctonia solani</i>	12.5	<i>M. arenaria</i> + <i>F. solani</i>	25.0
<i>Sclerotium rolfsii</i>	15.6	<i>M. arenaria</i> + <i>R. solani</i>	8.3
<i>Pythium myriotylum</i>	26.3	<i>M. arenaria</i> + <i>S. rolfsii</i>	29.2
<i>F. solani</i> + <i>S. rolfsii</i> + <i>P. myriotylum</i> + <i>R. solani</i>	21.4	<i>M. arenaria</i> + <i>P. myriotylum</i>	35.1
Sterilized soil	0.0	<i>M. arenaria</i> + <i>F. solani</i> + <i>R. solani</i> + <i>S. rolfsii</i> + <i>P. myriotylum</i>	29.6

*The number is the mean of 4 replicates

表三、矮化線蟲及病原真菌與果莢黑斑病發生之關係*

Table 3. The incidence of pod rot of peanut associated with *Tylenchorhynchus* sp. and pathogenic fungi

Treatment	% of infected pod	Treatment	% of infected pod
<i>Fusarium solani</i>	16.7	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	29.2
<i>Rhizoctonia solani</i>	12.5	<i>Tylenchorhynchus</i> sp. + <i>F. solani</i>	41.7
<i>Sclerotium rolfsii</i>	15.6	<i>Tylenchorhynchus</i> sp. + <i>R. solani</i>	9.4
<i>Pythium myriotylum</i>	26.3	<i>Tylenchorhynchus</i> sp. + <i>S. rolfsii</i>	31.3
<i>F. solani</i> + <i>S. rolfsii</i> + <i>P. myriotylum</i> + <i>R. solani</i>	21.4	<i>Tylenchorhynchus</i> sp. + <i>P. myriotylum</i>	25.4
Sterilized solani	0.0	<i>Tylenchorhynchus</i> sp. + <i>F. solani</i> + <i>R. solani</i> + <i>S. rolfsii</i> + <i>P. myriotylum</i>	23.5

*The number is the mean of 4 replicates

(三) 不同土壤質地對果莢黑斑病發生之影響

七十五年秋作元長試區土壤質地屬砂質壤土，試驗期間土壤含水量為14—18% MHC；四湖試區為壤質砂土，試驗期間土壤含水量為 11—15%MHC；七十六年春作元長試區土壤質地仍屬砂質壤土，試驗期間土壤含水量為 15—20%MHC；四湖試區為砂質地，試驗期間土壤含水量為4—10%MHC；四處試區果莢黑斑病發生情形如表四所示，無論秋、春作，四湖試區土壤較砂性，其土壤含水量較元長試區為低，故果莢罹黑斑率均較低，與元長試區者比較達 5 %的顯著差異；又臺南11號品種較臺南選9號品種易罹病；四湖試區落花生兩期作的果莢罹黑斑率，兩品種間均達 5 %的顯著差異（表五）。土壤真菌、細菌及放射菌密度在落花生生長期間無差異性變化，各種微生物之消長與果莢罹黑斑率亦無相關性存在。

表四、土壤質地對落花生果莢黑斑病發生之影響

Table 4. Effects of soil texture on the incidence of pod rot of peanut

Crop	Local	Soil texture (Soil moisture % MHC)	% of infected pod	
			Tainan No. 11	Tainan sel. No. 9
Autumn crop, 1986	Yuan-Chang trial	Sandy loam (14-18%)	33.6 a*	31.0 a
	Ssu-Hu trial	Loamy sand (11-15%)	22.7 b	16.5 b
Spring crop, 1987	Yuan-Chang trial	Sandy loam (15-20%)	30.1 a	27.1 a
	Ssu-Hu trial	Sand (4-10%)	16.8 b	12.0 b

*Column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range groupings.

表五、落花生品種臺南十一號與臺南選九號果莢黑斑病發生之比較

Table 5. Comparison of the incidence of pod rot on peanut Tainan No. 11 and Tainan sel. No. 9.

Crop	Variety	% of infected pod	
		Yuan-Chang trial	Ssu-Hu trial
Autumn crop, 1986	Tainan No. 11	33.6 a*	22.7 a
	Tainan sel. No. 9	30.0 a	16.5 b
Spring crop, 1987	Tainan No. 11	30.1 a	16.8 a
	Tainan sel. No. 9	27.1 a	12.0 b

*Column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range groupings.

(四) 土壤添加物對果莢黑斑病之防治效果：

結果如表六所示，於落花生種植前土壤施加 CaCN_2 、Nemacur G. 及 CaO 可以減輕果莢罹黑斑率，以臺南11號而言，其罹黑斑率分別為 19.8%、21.1%及22.5%，而對照無處理者為 31.1%，臺南選9號之罹黑斑率分別為 18.9%、20.2%及26.9%，上述兩品種進行以上處理與對照無處理區比較均達5%的顯著差異，而施用 Growth up 及 SH-mixture 即無此效果。各種土壤處理前及收穫時，土壤微生物真菌、細菌及放射菌均無差異性變化。

表六、土壤添加物對落花生果莢黑斑病發生之影響（水泥植框試驗）

Table 6. Effects of soil amendments on the incidence of pod rot of peanut (cement box test)

Treatment	% of infected pod	
	Tainan No. 11	Tainan sel. No. 9
CaCN_2	19.8 c*	18.9 bc
Growth up	26.8 ab	25.4 ab
SH-mixture	30.2 a	26.8 a
Nemacur G.	21.1 bc	17.4 c
CaO	22.5 bc	20.2 abc
CK	31.1 a	26.9 a

*Column followed by the same letter are not significantly different at the 0.01 level by Duncan's multiple range groupings.

(五) 溴化甲烷對果莢黑斑病之防治效果

七十七年春作於水泥植框進行溴化甲烷處理土壤後種植落花生，結果如表七所示，處理區果莢罹黑斑率只有4.5%而無處理區果莢罹黑斑率高達 21.5%，兩者間達1%極顯著差異，產量方面亦增產111%。收穫後，於處理區分離不到寄生性線蟲，根瘤指數為0，而無處理區寄生性線蟲數為8隻/100克土壤，根瘤指數為1.5；但其他微生物相兩處理間無差異。

表七、溴化甲烷處理土壤對落花生果莢黑斑病發生之影響

Table 7. Effect of CH_3Br treatment on the incidence of pod rot, yield of peanut, nematode population and root knot index (cement box test).

Soil treatment	% of infected pod	Yield (g/5m ²)	Yield index	No. of parasitic nematode* (No./100g soil)		Root knot index
				Before treatment	Harvest stage	
CH_3Br	4.5 a**	412	211	22	0	0
Non-treated control	21.5 b	195	100	4	8	1.5

*Total numbers of *Meloidogyne arenaria* and *Tylenchorhynchus* sp.

**Column followed by the same letter are not significantly different at the 0.01 level by Duncan's multiple range groupings.

(六) 綜合防治試驗

(1) 盆栽試驗：

於盆栽進行土壤添加 CaCN_2 、Nemacur G. 及有機堆肥（甘雨特肥），配合開花結莢時分別灌注 Moncut W. P., Ridomil-MZ W. P. 及 Benlate W. P.；結果顯示，於播種前土壤處理 Nemacur G. 或 CaCN_2 均可使果莢罹黑斑率較對照無處理者降低，而土壤施用有機堆肥則無減輕黑斑發生之效果，在有些處理罹黑斑率反而較無任何處理者為高，上述土壤處理配合殺菌劑之灌注，罹黑斑率則以 Nemacur G. 配合 Ridomil-MZ W. P. 的 4.2%，Nemacur G. 配合 Benlate W. P. 的 20.9% 及 CaCN_2 配合 Ridomil-MZ W. P. 的 21.8% 較低，殺菌劑以 Ridomil-MZ W. P. 的防治效果較佳。而三種殺菌劑混合灌注無增效作用。

(2) 水泥植框試驗：

水泥植框試驗結果顯示，土壤處理配合殺菌劑之灌注，罹黑斑率以 Nemacur G. 配合 Ridomil-MZ W. P. 的 20.0%，Nemacur G. 配合 Benlate W. P. 的 22.8% 及 CaCN_2 配合 Benlate W. P. 的 23.3% 效果較好。

(3) 田間試驗：

七十七年春作在雲林縣元長鄉及四湖鄉各擇乙處落花生試驗田進行田間試驗，元長試區屬壤質砂土，前期作甘蔗，根瘤線蟲與矮化線蟲密度 1 4 隻/100 克土壤；四湖試區屬砂質土壤，前期作胡蘿蔔，上述兩種線蟲密度 0.6 隻/100 克土壤。土壤處理配合殺菌劑的灌注等六種處理，收穫時調查果莢罹黑斑率，元長試區以 Nemacur G. 或 CaCN_2 配合 Ridomil-MZ W. P. 兩處理的 15.3% 及 17.5% 較低且與其他處理達 5% 之顯著差異性，四湖試區則以 Nemacur G. 或 CaCN_2 配合 Benlate W. P. 兩處理的 6.8% 及 7.1% 較低但與其他處理不達顯著差異，產量方面，兩試區之任何處理均較對照無處理有增產效果，元長試區增產 4—30%，而四湖試區增產 8—36%（表八）。收穫後採集罹病果莢分離病原菌，發現元長試區以 *P. myriotylum* 之分離率較高約 28—38%，但經 Ridomil-MZ W. P. 灌注之處理，*P. myriotylum* 之分離率只有 0—1.8%。四湖試區只分離到少數 *R. solani* 及 *F. solani*（表九）。收穫時土壤經線蟲分離，元長試區上述兩種寄生性線蟲密度約 1—2 隻/100 克土壤，果莢上可見根瘤線蟲造成的腫瘤，但根瘤指數與罹黑斑率之間相關性極小（ $r=0.36$ ），四湖試區則分離不到寄生性線蟲，果莢上也不見任何腫瘤，其他微生物真菌、細菌及放射菌的變化，各處理間無差異性存在。

表八、土壤處理及藥劑灌注對落花生果莢黑斑病發生之影響（田間試驗）

Table 8. Effect of soil treatments with fungicides application on the incidence of pod rot of peanut (field test).

Treatment	Yuan-Chang trial			Ssu-Hu trial		
	% of infected pod	Yield (kg/ha)	Yield index	% of infected pod	Yield (kg/ha)	Yield index
CaCN_2 +Nemacur G.	23.0 bc*	989	104	9.0 a	937	108
CaCN_2 +Benlate W. P.	30.5 a	1002	106	7.1 a	947	109
CaCN_2 +Ridomil-MZ W. P.	17.5 d	1232	130	8.6 a	1087	126
Nemacur G. + Benlate W. P.	28.1 ab	1030	109	6.8 a	1158	134
Nemacur G. + Ridomil-MZ W. P.	15.3 d	1154	122	9.5 a	1177	136
Non-treated control	22.8 c	948	100	11.0 a	865	100

*Column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range groupings.

表九、落花生果莢黑斑病病原菌之分離率

Table 9. The percentage of pathogens isolated from infected pods

Treatment	% of microorganism isolated from infected pod							
	Yuan-Chang trial				Ssu-Hu trial			
	P. m.*	R. s.	F. s.	S. r.	P. m.	R. s.	F. s.	S. r.
CaCN ₂ +Nemacur G.	28.6	1.8	0	0	0	0	0	0
CaCN ₂ +Benlate W. P.	32.2	0	0	0	0	14.3	0	0
CaCN ₂ +Ridomil-MZ W. P.	1.8	0	0	0	0	0	0	0
Nemacur G. +Benlate W. P.	37.5	0	0	1.8	0	0	3.6	0
Nemacur G. +Ridomil-MZ W. P.	0	0	0	1.8	0	0	7.1	0
Non-treated control	32.2	0	0	0	0	0	3.6	0

*P. m.=*Pythium myriotylum*, R. s.=*Rhizoctonia solani*, F. s.=*Fusarium solani*, S. r.=*Selcrotium rolfsii*

討 論

落花生果莢黑斑病是由多種土棲性真菌所造成的複合性病害^(5,6,12,19)，尤其是 *P. myriotylum* *F. solani* 及 *R. solani* 經常在果莢黑斑上分離到^(4,6,14,19)，以 *F. solani* 的分離率最高⁽⁴⁾；其中有些真菌彼此之間有相斥或協力作用⁽⁷⁾。Frank⁽⁶⁾認為 *P. myriotylum* 及 *F. solani* 之間具協力作用，而 Garren⁽⁸⁾認為 *P. myriotylum* 與 *R. solani* 間具拮抗作用。本研究自雲嘉南平原落花生主要產區，採集罹病果莢加以分離，得到四種分離率較高之病原真菌 *F. solani*、*R. solani*、*S. rolfsii* 及 *P. myriotylum* 亦以 *F. solani* 的分離率最高；發現在比較乾旱土壤中 *F. solani* 及 *R. solani* 較易在果莢上分離到，此二種病原菌於果莢上形成線型或斑點型的黑斑，不易擴展，只影響到果莢的外觀，不會對產量造成嚴重的損失。而在較濕潤土中 *P. myriotylum* 易於果莢上形成水浸狀腐爛型黑斑，漸漸擴大到整個果莢甚至果柄，造成果柄脫落，無法收穫造成產量上嚴重的損失^(9,10)，故 *P. myriotylum* 的危害較 *R. solani* 的危害來的嚴重^(9,11,15)。*S. rolfsii* 是落花生主要病原菌之一，除造成果莢腐爛外，更會使地上部枯萎，濕潤的土壤環境是促使病原菌快速蔓延的一主要原因，但在乾旱季節對果莢亦可造成相當的危害^(14,15,17)。本研究亦發現落花生種植於土壤含水量較高的砂質壤土，因土中 *P. myriotylum* 密度較高，果莢罹黑斑率較種植於含水量較低的砂土者為高，而種植於砂土之果莢上出現的主要為乾燥的線型及斑點型黑斑，腐爛型病斑所占比例較低，果莢上只分離到 *F. solani* 及 *R. solani*。這可能是四湖試區罹黑斑率較元長試區者低的原因之一（表四）。落花生品種間對果莢黑斑病的抗感性是存在，發現有11個不同基因型品種顯現出較輕微的罹病⁽¹²⁾。七十五及七十六年兩期作四個試區結果亦顯示，臺南11號較臺南選9號易罹病（表五），故抗病品種的選育是可行的。

落花生根瘤線蟲 (*M. arenaria*) 及矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus brevilineatus*) 均會在果莢上造成危害^(13,14,16)，根瘤線蟲於果莢上形成腫瘤，而矮化線蟲於果莢上造成褐色小斑點，中央稍凹陷，果柄顯著縮短。寄生性線蟲因具有口針，故在土壤傳播性病害上，常與一些土棲性真菌之間有協力作用存在，加重病害的發生程度或加速病害的蔓延，如 *M. incognita* 對 *Phytophthora melonis* 引起之胡瓜黃化萎凋病⁽¹⁾、對 *Pythium . myriotylum* 引起之薑軟腐病⁽²⁾ 等。Garcia 及 Mitchell 報告指出對果莢黑斑病之發生，*M. arenaria* 與 *P. myriotylum* 及 *F. solani* 間具協力作用⁽¹⁰⁾。

本試驗於水泥植框進行土壤處理 Nematicur G. 後種植落花生，初步發現果莢罹黑斑率較無處理者降低（表六），顯示減少土壤中線蟲密度似乎可以減輕罹黑斑率，即寄生性線蟲與病原菌間具協力作用；故進一步將 *M. arenaria* 或 *Tylenchorhynchus* sp. 分別與四種病原真菌混合接種，觀察結果顯示此兩種寄生性線蟲與 *F. solani*、*S. rolfsii* 及 *P. myriotylum* 混合接種，罹黑斑率稍有增加的趨勢，但與 *R. solani* 混合接種罹黑斑率反而稍下降（表二），是否此兩種寄生性線蟲與 *R. solani* 之間具相斥性，其原因不明，有待進一步試驗證明；元長試區試驗結果亦顯示，果莢罹黑斑率與根瘤指數之間稍有相關性存在 ($r=0.36$)；除寄生性線蟲在果莢上造成之傷口，利於其他弱病原性真菌之侵入外，此兩種寄生性線蟲本身對果莢所造成的危害亦是相當大（表二），對長年種植旱作無水稻輪作者，田間土壤線蟲密度一般偏高，落花生播種前，土壤施用殺線蟲劑可以降低線蟲的密度。

除線蟲之防治外，落花生播種前土壤施用 CaCN_2 及 CaO 亦可減輕果莢罹黑斑率（表六），Csinos 等 1984 年報告指出添加鈣肥使果莢中鈣離子濃度增加，可以減輕果莢黑斑病的發生，認為土中鈣的缺乏是造成果莢黑斑病的主因，而病原真菌只是次要因子⁽⁴⁾。1988 年 Filonow 等試驗結果顯示土壤添加 CaSO_4 並不能減輕病害的發生，認為病原真菌才是造成落花生果莢黑斑病的主因⁽⁵⁾。本研究將落花生種植於蒸氣消毒土、溴化甲烷燻蒸土及 Nematicur G. 處理土中，均能減輕果莢罹黑斑率，顯示造成落花生果莢黑斑病的主因應是土壤中的病原微生物，而非營養的缺乏或不平衡所致。而鈣離子的吸收可以增加果莢的硬度，加強了物理性的抗病機制。

針對分離率較高的四種病原真菌，選用三種供試殺菌劑，於開花結果期採行灌注法，於盆栽及水泥植框試驗結果顯示 Nematicur G. 或 CaCN_2 配合 Ridomil-MZ W. P. 或 Benlate W. P. 之防治效果較佳，田間試驗則因其土壤質地、土壤含水量及微生物相相異，而兩試驗田的結果不盡相同，由表九得知元長試區因屬砂質壤土，土壤含水量較高，*P. myriotylum* 密度亦較高，灌注 Ridomil-MZ W. P. 可降低 *P. myriotylum* 的密度，使罹黑斑率降低，且分離黑斑果莢 *P. myriotylum* 的分離率顯著降低；因落花生種植於土壤含水量較低的砂質土，黑斑病發生較輕且大都為 *R. solani* 及 *F. solani* 所引起的線型或斑點型病徵，故屬砂質土壤的四湖試區，各處理間果莢罹黑斑率無差異性存在，但灌注 Benlate W. P. 的效果似乎比灌注 Ridomil-MZ W. P. 的效果稍佳（表八）。各處理間土壤真菌、細菌及放射菌之密度變化差異不顯著。因本病害為多種病原菌之複合感染所致，故以藥劑實難收到理想的防治效果⁽¹⁵⁾。

溴化甲烷為一種燻蒸劑，施用於土壤燻蒸可以明顯地降低土中微生物之密度及殺死地下害蟲。本試驗以 $1 \text{ lb}/15\text{m}^2$ 之用量，燻蒸水泥植框土壤後種植落花生，收穫時發現果莢黑斑率明顯降低，結莢數較無處理區增加，並增產 111%。處理區落花生生育早期的冠腐病發生亦較少，收穫後土壤分不到寄生性線蟲亦無根瘤產生（表七）。而無處理區因嚴重罹黑斑病或線蟲為害造成果柄腐爛脫落而無商品價值，但其可行性尚待進一步試驗證明。

參考文獻

1. 程永雄、鄭安秀、杜金池，1985，根瘤線蟲與 *Pythium melonis* 之複合感染對胡瓜黃化萎凋之影響，臺灣省臺南區農業改良場第十九號研究彙報，p. 39-46。
2. 黃德昌，1987，薑腐病之研究，臺灣省臺東區農業改良場編印。（油印本）
3. Bell D. K. and D. R. Summer, 1984, Unharvested peanut pods as a potential source of inoculum of soilborne plant pathogens. *Plant Disease* 68: 1039-1042.
4. Csinos A. S., T. P. Gaines and M. E. Walker, 1984, Involvement of nutrition and fungi in the peanut pod rot complex. *Plant Disease* 68: 61-65.
5. Filonow A. B., H. A. Melouk, M. Marti nand J. Sherwood, 1988, Effect of calcium sulfate on pod rot of peanut. *Plant Disease* 72: 589-593.
6. Frank Z. R., 1972, *Pythium myriotylum* and *Fusarium solani* as cofactors in a pod-rot complex

- of peanut. *Phytopathology* 62 : 1331-1334.
7. Garren K. H., 1963, Peanut (groundnut) microfloras and pathogenesis in peanut pod rot. *Phytopathol. Z.* 55 : 359-367.
 8. Garren K. H., 1967, *Rhizoctonia solani* versus *Pythium myriotylum* as pathogens of peanut pod breakdown. *Plant Dis. Repr.* 54 : 840-843.
 9. Garren K. H., 1970, Antagonisms between indigenous *Pythium myriotylum* and introduced *Rhizoctonia solani* and peanut pod breakdown. *Phytopathology* 60 : 1292.
 10. Garcia R. and D. J. Mitchell, 1975, Synergistic interactions of *Pythium myriotylum* with *Fusarium solani* and *Meloidogyne arenaria* in pod rot of peanut. *Phytopathology* 65 : 832-833.
 11. Garcia R. and D. J. Mitchell, 1975, Interactions of *Pythium myriotylum* with several fungi in peanut pod rot. *Phytopathology* 65 : 1375-1381.
 12. ICRISAT, 1987, Pod rot disease. *International Arachis Newsletter: Indian Jnl. of Horticulture: 4 Legumes Program.*
 13. Mostsinger R. E., R. L. Cramford and S. S. Thompson, 1976, Nematode survey of peanuts and cotton in southwest Georgia. *Peanut Science* 3(2) : 72-74.
 14. Porter D. W., D. H. Smith and R. Rodriguez-Kabana, 1982, Peanut disease. *Peanut Science and Technology* p. 348-410. Pattee H. E. and C. T. Young, American Peanut Research and Education Society. Inc. Yoakum, Texas 77995, USA.
 15. Porter D. M., H. S. Donald and R. Rodriguez-Kabana, 1984, Stem rot · Pythium Disease · Rhizoctonia Disease and Fusarium Disease. *Compendium of Peanut Disease*: p. 15-25. Published by The American Phytopathological Society. USA.
 16. Reddy D. O. R., 1984, A nematode disease of peanut caused by *Tylenchorhynchus brevilineatus*. *Plant Disease* 68 : 526-529.
 17. Rodriguez-Kabana R., P. A. Backman and J. C. Williams, 1975, Determination of yield losses to *Sclerotium rolfsii* in peanut fields. *Plant Dis. Repr.* 59 : 855-858.
 18. Singh R. S. and J. E. Mitchell, 1961, A selective medium for isolation and measuring the population of *Pythium* in soil. *Phytopathology* 51 : 440-444.
 19. Wills W. H. and L. D. Moore, 1973, Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and *Pythium myriotylum* from rotted pods to peanut seedling. *Plant Dis. Repr.* 57 : 578-582.
 20. Widstrom N. W., W. W. McMillian, D. M. Wilson D. L. Garwood and D. V. Glover. 1984, Growth characteristics of *Aspergillus flavus* on agar infused with maize kernel homogenates and aflatoxin contamination of whole kernel samples. *Phytopathology* 74 : 887-890.

The outbreaks of pod rot of peanut and its control¹

Y. H. Cheng², A. H. Cheng³, S. S. Chen³ and C. C. Tu⁴

Summary

Peanut is one of main upland crops in Yun-lin, Chai-i and Tainan area. Recent years, the serious occurrence of peanut pot rot has been found to cause reduction in quality of peanuts. Peanut pot rot was proved a disease complex caused by parasitic nematodes and some soil microorganisms. Complete control of the disease was obtained in the soil by steam sterilization. *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* (AG-4), *Sclerotium rolfsii* and *Pythium myriotylum* were more frequently isolated and proved pathogenic to peanut. However, *Meloidogyne arenaria* and *Tylenchorhynchus* sp. were also proved to be one of the factors causing peanut pod rot. Difference in susceptibility was observed among varieties tested. Variety Tainan No. 11 is more susceptible than variety Tainan sel. No. 9. Plant growing in the sandy loam soil (14-20% moisture) is more susceptible than that growing in the sand soil (4-10% moisture). Application of CaCN₂ or Nematicur G. before planting decreased the severity of the disease. Experiments with the treatment described above plus application of Ridomil-MZ W. P. at the time of pod pegging stage were conducted in the field. The results showed that treatment with Ridomil-MZ W. P. was effective for this disease in the sandy loam soil in which *Pythium* spp. is dominant and Benlate W. P. was effective in the sand soil. Yield was increased in all soil treatments. The results of the experiment conducted in the cement boxes plot indicated that the percentages of infected pod were 4.5 and 21.5%, for the soil treated and non-treated with methyl bromide, respectively. The yield of methyl bromide treatment increased 111% as compared with that of non-treatment.

Key words: Pod rot of peanut, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium myriotylum*, *Meloidogyne arenaria*, *Tylenchorhynchus* sp., Control.

1. Contribution No. 1476 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.

2. Formerly senior pathologist, Tainan DAIS, present the Director of Chiayi Agricultural Experiment Station; 3. Pathologist, Tainan DAIS; 4. Director, Taiwan Agricultural Research Institute.