

溫室內根腐線蟲非化學農藥防治策略 初步探討¹

林國詞²

摘 要

林國詞。2022。溫室內根腐線蟲非化學農藥防治策略初步探討。臺南區農業改良場研究彙報 79：35-56。

根腐線蟲為臺灣重要之植物寄生性線蟲，近年慢慢成為主流之危害線蟲。溫室內種植瓜類等易受到根腐線蟲危害，室內使用非化學農藥資材防治線蟲成為農友首要選項。然現今非化學農藥防治方法多為防治根瘤線蟲之試驗結果，應用於防治根腐線蟲尚有調整空間。本試驗利用盆栽，進行防治根腐線蟲初步試驗，結果顯示淹水達一年、種植萬壽菊、休耕等防治成效均不佳。固體資材蓖麻粕與苦茶粕添加增到 5 公克 /2 公斤土；澆灌液體資材茶皂素溶液 2,000 倍與肉桂油乳劑 3,000 倍，有明顯減低土壤線蟲密度效果。進一步利用固體與液體資材組合進行聯合防治試驗之防治效果均大於單一資材之使用，其中蓖麻粕 / 皂素：5 公克 /3,000 倍組合防治效果最佳，未來可作為防治根腐線蟲之參考。

現有技術：現今非化學農藥防治技術多沿用防治根瘤線蟲之方法。

創新內容：針對根腐線蟲調整現行防治根瘤線蟲之非化學農藥資材施用量與固體及液體資材組合，以增加防治效果。

對產業影響：提升防治根腐線蟲之效果，減少農友使用化學農藥。

關鍵字：根瘤線蟲、根腐線蟲、蓖麻粕、皂素

接受日期：2022 年 5 月 5 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 545 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場助理研究員。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

根腐線蟲 (root-lesion nematode, *Pratylenchus* spp.) 為全球主要作物的重要病原線蟲種類之一，屬於內寄生潛移性線蟲，線蟲蟲體侵入根部或塊莖的皮層組織內移行、取食和繁殖，於組織外部表皮上會出現局部褐化壞疽病斑，嚴重時整個根系腐爛，進而造成植株地上部之葉片逐漸縮小或黃化、停止抽梢和植株矮化等生育不良之病徵^(16,19,20)。南方根腐線蟲 (*P. coffeae*) 培養於胡蘿蔔癒合組織中之族群發展以 30°C 為最好，12°C 以下或 36°C 以上線蟲無法繁殖，蟲卵的孵化率以 24°C 時最高，12°C 以下則無法孵化，其生活史在 28°C 時最短，為 27 天⁽³⁾。

根腐線蟲危害作物之經濟重要性僅次於根瘤線蟲 (root-knot nematode, *Meloidogyne* spp.) 和包囊線蟲 (cyst nematode)^(6,16,24)。在臺灣，根腐線蟲所造成之危害僅次於根瘤線蟲。依據動植物防疫檢疫局植物疫情管理資訊網 (現已改為「植物疫情通報平臺」<https://phis.baphiq.gov.tw/masterpage-1>) 中診斷服務表，統計農友送檢體至本場中有檢出寄生線蟲結果，102 ~ 107 年間樣品檢出為根腐線蟲件數佔全年樣品檢出線蟲件數分別為 17.8、16.7、24.3、21.5、24.4、26.9%，顯示根腐線蟲有逐年增加之趨勢。根腐線蟲檢出件數比根瘤線蟲檢出件數值依年次為 0.38、0.37、0.67、0.84、1.25、1.33，顯示根腐線蟲在 106 年起已取代根瘤線蟲地位。

目前防治線蟲之化學藥劑多為劇毒農藥⁽⁵⁾，如毆殺滅 (胺基甲酸鹽藥劑) 或托福松 (有機磷劑) 等神經毒藥劑，施用時若沒做好安全防護，容易有中毒之風險。且施用此類藥劑後長時間有農藥惡臭，影響農民在田間工作，且對農友身心有不良影響。常見之非化學農藥防治方法均針對根瘤線蟲研發，對根腐線蟲之效果少有人研究，因此開發友善防治資材取代化學農藥，實為當務之急。

非化學農藥防治線蟲方法多數為針對根瘤線蟲研究，如 1. 輪作：輪作水稻⁽¹⁷⁾。2. 淹水：淹水 3 ~ 4 個月可以明顯降低根瘤線蟲族群⁽⁴⁾，但淹水需長達約 2 年才可完全防治根瘤線蟲⁽¹⁵⁾。3. 蒸氣消毒⁽¹¹⁾。4. 添加非化學農藥資材：有機質、蓖麻粕、LT-M 有機添加物等^(6,8,14)，天然植物保護製劑—黴控 (香茅油乳化劑)、黑修羅 (肉桂油乳劑) 可防治根瘤線蟲^(9,10)。5. 種植拮抗作物：如萬壽菊、孔雀草等^(7,12,20)。6. 太陽能殺菌等等^(4,6)。然而上述防治技術較少對根腐線蟲進行防治效果之評估，因此本研究針對農友較常施用添加非化學農藥資材、淹水、種植萬壽菊等方法，先於溫室內利用培栽進行初步試驗，以瞭解防治根腐線蟲之成效，作為農友擬定根腐線蟲防治策略之參考。

材料與方法

一、根腐線蟲疫病土製備

(一) 先將試驗用土壤 (壤土) 滅菌後，裝入 50 公升裝盆栽，加入罹患根腐線蟲之土壤母土，種植寄主植物 (蕹菜 (新桃園一號)、番茄 (亞蔬 6 號)、南瓜 (二姑) 等，與供試植物半結球萵苣 (桃源半結球萵苣) 不同科別之寄主作物，輪流種植，避免殘存其他病害干擾試驗) 至少 2 個月以上，再以 1:3 方式放大含線蟲土壤量，持續種植作物繁殖線蟲至試驗進行前。

(二) 試驗前將連續種植之大盆栽移除地上植體與大部分殘根，不同大盆栽土壤混合均勻後，逢機取 3 處土壤利用改良式柏門氏漏斗分離法⁽¹³⁾，靜置 24 小時分離線蟲，並利用光學顯微鏡與解剖顯微鏡計算收取試管中之線蟲數量，作為試驗前線蟲基礎數量。

(三) 試驗土壤每 2 公斤分裝一個盆栽⁽²⁰⁾，盆栽為不透水容器，避免線蟲被水淋洗帶走。分裝完後，依不同處理添加不同資材後混勻，再行種植供試作物。

二、淹水與種植萬壽菊防治試驗

試驗分成 5 種處理，分別為 1. 薤菜 (連作)，2. 萬壽菊 (連作)、3. 濕潤 (模擬種植非寄主植物，定期澆水不使土壤乾枯)、4. 淹水 (高於土面 1 公分)、5. 淹水 (高於土面 1 公分) + 托福松，每種處理 3 重複。其中種植薤菜與萬壽菊處理，每 3 個月更新一次作物，持續連作。濕潤處理組，土壤分裝好後，先澆灌 300 ml 水，之後觀察盆栽土表有乾枯龜裂現象時，再澆水 100 ml。淹水處理，每 3 ~ 4 天觀察一次，水分減少時再補水至 1 公分高，持續呈淹水狀。每種處理分別有處理時間 1 至 12 個月。5 種處理 × 3 重複 × 12 個月，合計 180 盆。每個月採取 5 種處理之土壤 100 公克，避免盆栽土壤中線蟲分佈不均，盆栽中土壤先倒出，有種植作物者移除作物，土壤混勻後秤取 100 公克土壤，利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度，剩餘土壤裝回盆栽，所有處理盆栽再種植供試作物薤菜，於 40 天後再收取土壤 100 公克利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度。

三、添加固體防治資材防治試驗

(一) 固體資材分別選用蓖麻粕 (肥製 (質) 字第 0687014 號)、苦茶粕 (肥製 (質) 字第 0687017 號)、苦楝粕 (肥製 (質) 字第 0784001 號；有機資審字第 105008 號)、菸草粉 (寶來菸草粉) 4 種資材，每種資材分別處理每盆添加 0、1、2、5、10、20 公克 / 2 公斤土，資材於種植供試作物前，添加混合入試驗盆栽中，澆水濕潤一週後種植供試作物南瓜，並於種植後 40 天，收取盆栽土壤，利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度，比較各處理組合中何種添加量防治效果最佳。

(二) 各資材均每盆添加 5 公克 / 2 公斤土，比較不同資材間防治效果差異。

四、澆灌液體防治資材防治試驗：

(一) 皂素資材初步試驗：先選用 25% 茶皂素溶液 (植保製字第 00010 號) 進行液體防治資材澆灌，每盆 (每株) 每次澆灌 100 ml，先選擇密集性澆灌篩選出有效施用劑量。先參考顏氏等 2006 年澆灌試驗⁽¹⁰⁾ 中更密集性進行澆灌，於種植日前 1 天，種植後 7、14、21 與 28 天共澆灌 5 次。分別澆灌 100、250、500、1,000、2,000 倍，於種植供試作物半結球萵苣 40 天後收取盆栽土壤，利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度。

(二) 液體防治資材澆灌時機點試驗：選用 25% 茶皂素溶液 (植保製字第 00010 號) 稀釋 2,000 倍進行液體防治資材澆灌，每盆 (每株) 每次澆灌 100 ml，不同澆灌時間分成 5 種處理，處理 1：種植日前 1 天，種植後 7 與 14 天共澆灌 3 次；處理 2：種植日前 1 天，種植後 14 天與 28 天共澆灌 3 次；處理 3：種植日當日，種植後 14 天與 28 天共澆灌 3 次；處理 4：種植日當日，種植後 7 與 14 天共澆灌 3 次；處理 5：種植日前 1 天，種植後 7、14、21 與 28 天共澆灌 5 次。於種植供試作物半結球萵苣 40 天後收取盆栽土壤，利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度。

- (三)液體資材分別選用 95% 苦楝油乳化劑(植保製字第 00003 號；有機資審字第 105013 號)、為肉桂油乳劑(含 36% 肉桂醛)⁽¹⁰⁾、25% 茶皂素溶液、菸草粉浸出液與蓖麻粕浸出液，苦楝油稀釋倍數分別為 500、1,000、2,500、5,000、10,000 倍；皂素稀釋倍數分別為 1,000、2,000、3,000、4,000、5,000、10,000 倍；肉桂油乳劑稀釋倍數分別為 1,000、2,000、3,000、4,000、5,000、10,000 倍。菸草粉浸出液製備⁽²⁾：先以 1(原料)：50(水)比例混合靜置過夜，隔日濾渣後分別稀釋 100、200、500、1,000、2,000 倍進行澆灌。蓖麻粕浸出液⁽¹⁹⁾仿菸草粉浸出液方式處理。澆灌時間分別為種植供試作物前 1 天，種植後 7、14、21、28 天，共澆灌 5 次。每盆每次澆灌 100ml。種植供試作物後 40 天，收取盆栽土壤，利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度。
- (四)4 種液體資材肉桂油乳劑、25% 茶皂素溶液、菸草粉浸出液與蓖麻粕浸出液，挑選效果較優之稀釋倍數，澆灌 5 次，進行不同液體資材間防治效果之比較。

五、固體與液體資材聯合防治試驗

固體資材選用蓖麻粕與苦茶粕，液體資材分別選擇肉桂油乳劑與皂素。固體資材之使用時機在種植供試作物前一週，疫病土分裝時，添加入每盆中，混合均勻，澆水澆潤。液體資材使用時機，為種植供試作物前 1 天、種植後 7、14、21、28 天，共澆灌 5 次，每次每盆澆灌 100 ml。試驗分成 5 組：

- (一)蓖麻粕 / 肉桂油乳劑：蓖麻粕使用分別為 0、1、2、5 公克 / 盆，肉桂油乳劑分別稀釋成 0(不添加)、3,000、4,000、5,000 倍，各 4 處理，組合後共 16 種處理組合。試驗每處理 3 重複。
- (二)蓖麻粕 / 皂素：蓖麻粕使用分別為 0、1、2、5 公克 / 盆，皂素分別稀釋成 0(不添加)、2,000、3,000、4,000 倍，各 4 處理，組合後共 16 種處理組合。試驗每處理 3 重複。
- (三)苦茶粕 / 肉桂油乳劑：苦茶粕使用分別為 0、1、2、5 公克 / 盆，肉桂油乳劑分別稀釋成 0(不添加)、3,000、4,000、5,000 倍，各 4 處理，組合後共 16 種處理組合。試驗每處理 3 重複。
- (四)苦茶粕 / 皂素：苦茶粕使用分別為 0、1、2、5 公克 / 盆，皂素分別稀釋成 0(不添加)、2,000、3,000、4,000 倍，各 4 處理，組合後共 16 種處理組合。試驗每處理 3 重複。
- (五)最佳處理組合篩選：上述 4 組結果中，選取防治效果較佳之 3 處理組合，進行橫向比較試驗，確認何種處理組合可以得到最佳之防治效果。試驗每處理 3 重複。供試植物種植後 40 天，植體地上不收取秤重，盆栽土壤取 100 公克利用改良式柏門氏漏斗分離法，檢驗土壤線蟲密度，比較各處理組合中何種處理處可以得到最佳防治效果。

六、統計方法

- (一)淹水與種植萬壽菊防治試驗：每個月之處理組，薤菜、萬壽菊、濕潤、淹水與淹水(高於土面 1 公分) + 托福松等 5 中處理之線蟲數進行 ANOVA 與 Fisher 的 LSD 分析法進行分析。
- (二)固體資材、液體資材、最佳處理組合篩選試驗，收取土壤檢驗試驗之線蟲數，最佳處理組合篩選試驗之地上部植體重量，利用 R 軟體，採完全逢機設計 (CRD) 進行

單因子 ANOVA 與 Fisher 的 LSD 分析法進行分析。

- (三) 不同資材處理組合，蓖麻粕 / 肉桂油乳劑、蓖麻粕 / 皂素、苦茶粕 / 肉桂油乳劑、苦茶粕 / 皂素等 4 處理組合，收取土壤檢驗試驗之線蟲數，利用 R 軟體，採雙因子完全隨機設計進行 ANOVA 與 Fisher 的 LSD 分析法進行分析。

結果與討論

一、淹水與種植萬壽菊防治試驗：

連作蔬菜感病作物，比較萬壽菊（拮抗根瘤線蟲之植物）、土壤濕潤模擬區土壤閒置或種植不感病作物、淹水、與托福松 + 淹水處理，每處理經不同月份後觀察土壤線蟲密度變化，結果如圖 1 與圖 2：

- (一) 保持濕潤當模擬種植非寄主作物，或閒置狀況下，即便達 1 年後再種植蔬菜 40 天，均可以驗出根腐線蟲密度超過 500 隻 / 100 公克土壤（後續線蟲密度均為每 100 公克土壤中所含之線蟲數）。線蟲在無寄主植物下，土壤中線蟲逐漸失去活力，部分休眠的線蟲或線蟲卵在無種植植物時不活化，遇到種植植物時才活化，其機制至今仍不清楚。線蟲在水分缺乏時可以利用低濕生活方式 (Anhydrobiosis) 來渡過逆境 (16,25,26,27)，故不建議採用休耕或者種植旱作作物（非水田作物如水稻、筊白筍等）等輪作來防治根腐線蟲。

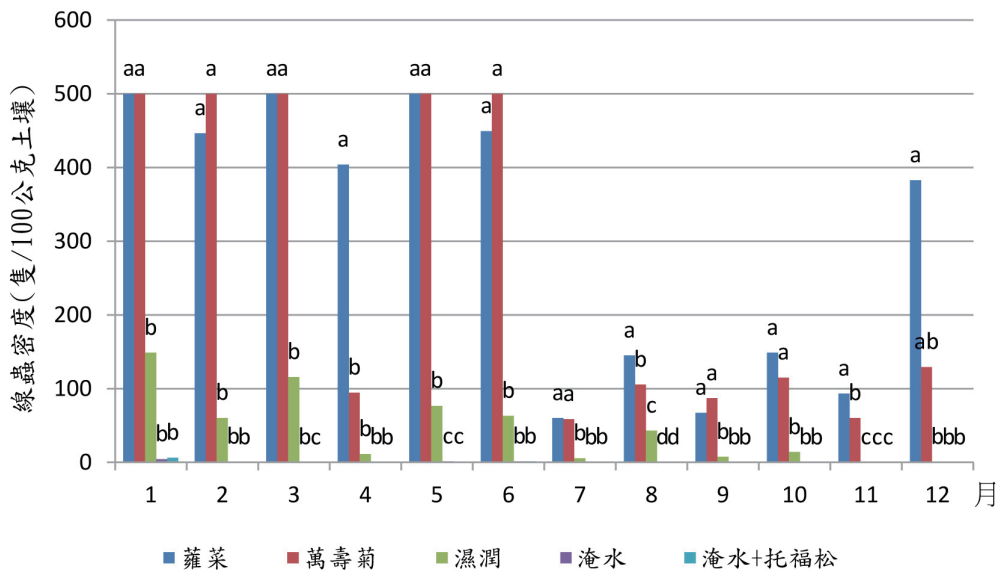


圖 1-1. 菠菜、萬壽菊、土壤濕潤、淹水、淹水 + 托福松等處理經不同月份後各處理之土壤線蟲密度。各直方圖上示以相同字母，為不同月份之處理間線蟲平均數，5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 1-1. Density of nematodes in soil after different months of treatment of planting water spinach, planting marigold, soil moist, flooding, flooding + TERBUFOS. The same letters on each histogram are the average number of nematodes among treatments in different months, and there is no significant difference by LSD test at the 5% significant level

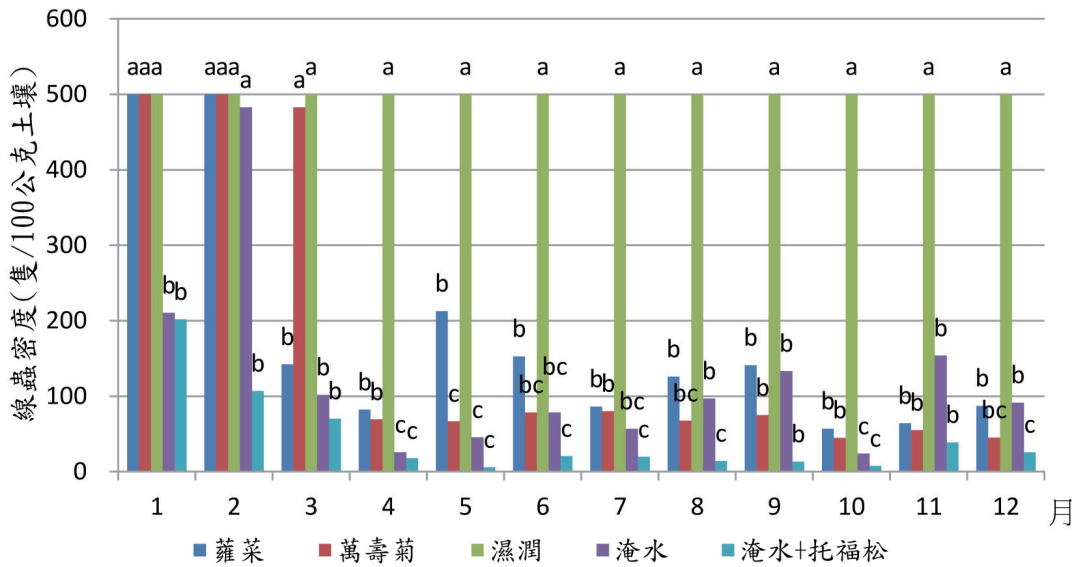


圖 1-2. 薺菜、萬壽菊、土壤濕潤、淹水、淹水 + 托福松等處理經不同月份後再種植薺菜 40 天後之土壤線蟲密度。各直方圖上示以相同字母，為不同月份之處理間線蟲平均數，5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 1-2. Density of nematodes in soil 40 days after replanting water spinach after treatment of planting water spinach, planting marigold, soil moist, flooding, flooding + TERBUFOS in different months. The same letters on each histogram are the average number of nematodes among treatments in different months, and there is no significant difference by LSD test at the 5% significant level

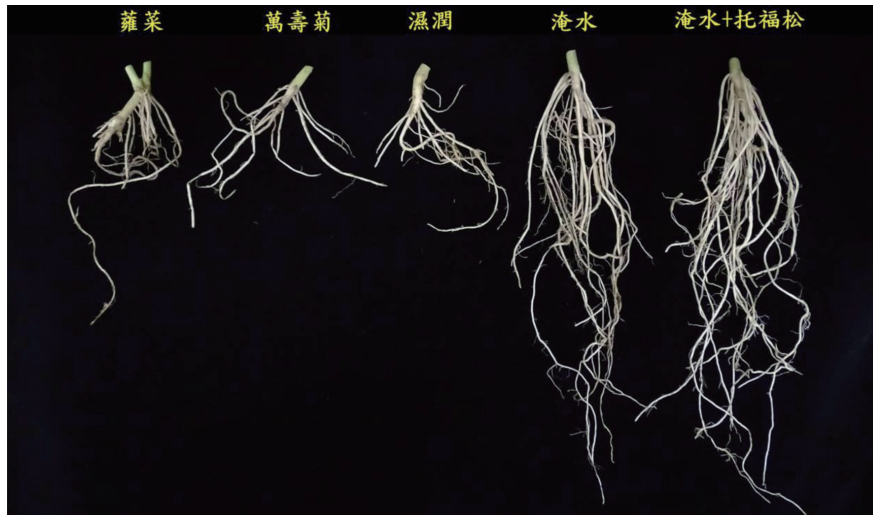


圖 2. 連作薺菜、萬壽菊、濕潤、淹水、淹水 + 托福松處理 1 年後再種植薺菜 40 天，其薺菜根部照片

Fig. 2. Photo of water spinach roots after 40 days of replanting water spinach after treatment of planting water spinach, planting marigold, soil moist, flooding, flooding + TERBUFOS in different months

- (二) 種植萬壽菊與種植薺菜的變化趨勢相似，連作第 4 個月開始，肉眼有關查到生長速度有趨緩趨勢，推測開始出現連作障礙，線蟲密度間接受到植體生長的影響，薺菜與萬壽菊之線蟲密度第 4 個月開始有些偏低趨勢，隨後才再變高。至 7 個月後，線蟲密度在一定範圍內變動。連作薺菜與萬壽菊 4 個月後再種植薺菜，線蟲多在一定範圍內變動，推測線蟲密度已成為一種動態平衡，線蟲密度與植株根部成相關，土壤中線蟲不會全部活化，根部受傷發育不良，線蟲密度難以提高，如圖 2。連作薺菜與萬壽菊 12 個月後再種植薺菜 40 天後，2 處理之薺菜根部均發展不良，不似淹水與淹水 + 托福松處理組之薺菜根系生長較為旺盛，顯示種植萬壽菊在防治根腐線蟲上效果不佳。臺灣田間菊花亦有檢出根腐線蟲寄生⁽¹⁾，故推測萬壽菊可能為寄主植物，後續不建議農友在罹患根腐線蟲之作物田區再施撒種植萬壽菊作為防治線蟲之用。
- (三) 利用淹水 1 個月後土壤中可以檢測出有活性線蟲零星個位數，但淹水完後再種植薺菜確認淹水防治效果時可檢出超過 200 隻，淹水達 3 個月再種植薺菜 40 天後線蟲可檢出 101 隻，淹水達 12 個月後再種植薺菜 40 天後可檢出 91 隻，利用淹水防治 3 個月開始線蟲密度在一定範圍內，顯示利用淹水防治根腐線蟲，需 3 個月才有初步成效，但即便達 12 個月效果仍不彰，故利用淹水防治根腐線蟲效果不佳。田間利用淹水進行線蟲防治，田間灌水有淋洗之效果，故田間利用淹水防治線蟲會受到不同田間排水性之影響。但考量淹水防治效果不佳，農友田間受到根腐線蟲危害嚴重時，至少建議農友需淹水長達 3 個月以上，並在預進行種植作物時務必再導入其它防治方法，增強防治效果。
- (四) 淹水時同時添加托福松，效果在 2 個月有呈現比單純採行淹水防治更佳，但 12 個月後再種植薺菜 40 天後仍可檢出 26 隻，雖然效果比單純淹水更佳，但在操作過程中，即便淹水 + 托福松處理後達 12 個月的時間，在操作時仍然可以聞到托福松之農藥味。上述淹水 + 托福松處理 2 個月就有不錯的防治效果，可能為土壤仍然殘存農藥，其效果為土壤中農藥所帶來之效果。因擔心農藥殘留問題，故不建議利用淹水時也同時添加農藥進行處理。

二、添加固體防治資材防治試驗

選用蓖麻粕、苦楝粕、苦茶粕、菸草粉進行試驗結果如圖 3。4 種資材每盆 (2 公斤土) 添加至 20 公克，土壤均呈現添加太多有機質發酵發臭狀況。施用蓖麻粕，在每盆添加 1、2、5、10 公克試驗結果如圖 3-1，添加 5 公克時有顯著防治效果，但添加 10 公克時線蟲密度反而上升，筆者推測應該是添加 10 公克瞬間濃度太高，線蟲可能感受到水分潛勢踏太低反而啟動抗逆境機制，幫助線蟲渡過不良環境。添加菸草粉試驗結果類似 (如圖 3-4)，雖然添加 5 與 10 公克有顯著減低線蟲密度效果，但添加 10 公克線蟲密度也有上升之趨勢。故施用蓖麻粕與菸草粉進行根腐線蟲防治，需要的適當的劑量，而非劑量愈高愈好。

菸草粉與蓖麻粕 2 種資材，添加 1 公克時，線蟲量卻反而增加，推測可能是菸草粉與蓖麻粕因肥效作用使作物根系更發達，但資材無法限制根腐線蟲生長，間接促使繁殖更多根腐線蟲，又或者資材影響土中部份微生物，但無法防治根腐線蟲，減少競爭使根腐線蟲更為活躍，更易侵入作物根部，而繁殖出更多線蟲。

添加苦楝粕則需添加到 10 公克才有顯著防治線蟲效果。添加苦茶粕 5 與 10 公克皆

有顯著減少線蟲密度之效果，但添加 10 公克比添加 5 公克效果更佳。因添加 20 公克有機質容易有發酵發臭問題，考量農友耕作時會混合加入有機肥等資材，為避免有機質太多產生發酵問題，不建議以添加 10 公克作為施用量。

比較 4 種資材在同為添加 5 公克之防治效果，結果如圖 3-5，添加苦茶粕防治效果最佳，菸草粉與蓖麻粕次之，苦楝粕則無顯著減少線蟲之效果。盆栽添加 5 公克之添加量，經換算田間每 0.1 公頃約添加 566 公斤。因添加量不低，農友添加時需考量成本，

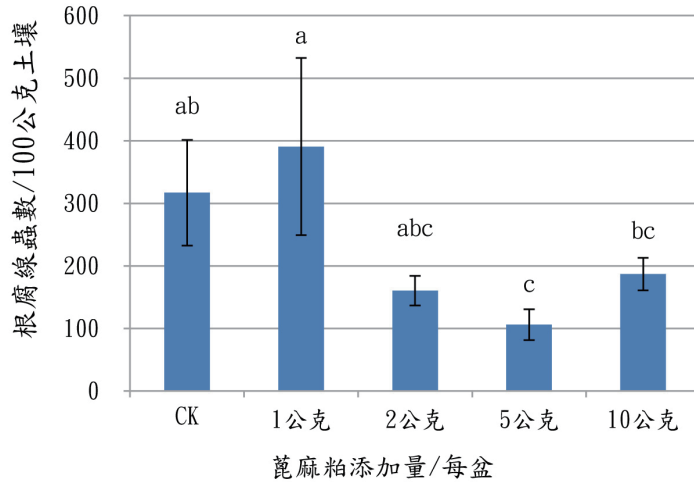


圖 3-1. 添加蓖麻粕資材之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 3-1. Control effect of adding Castor meal. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

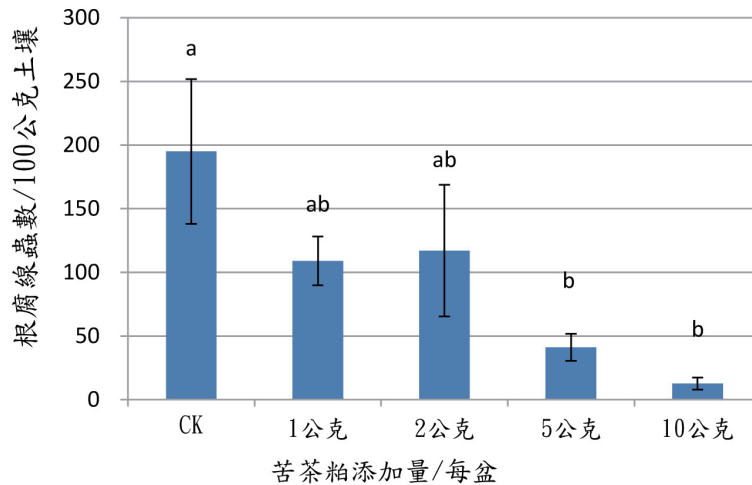


圖 3-2. 添加苦茶粕資材之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試平均值未達顯著性差異

Fig. 3-2. Control effect of adding Tea seed meal. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

而有肥料登記證之菸草資材非純菸草，生技公司製備之菸草粉價格高於蓖麻粕 4 倍以上，蓖麻粕取得成本相對低廉，故菸草粉與蓖麻粕防治效果相當之情形下，推薦農友使用固體資材蓖麻粕或苦茶粕進行防治工作。後續菸草粉再嘗試利用浸出液方式評估是否為替代防治方法。

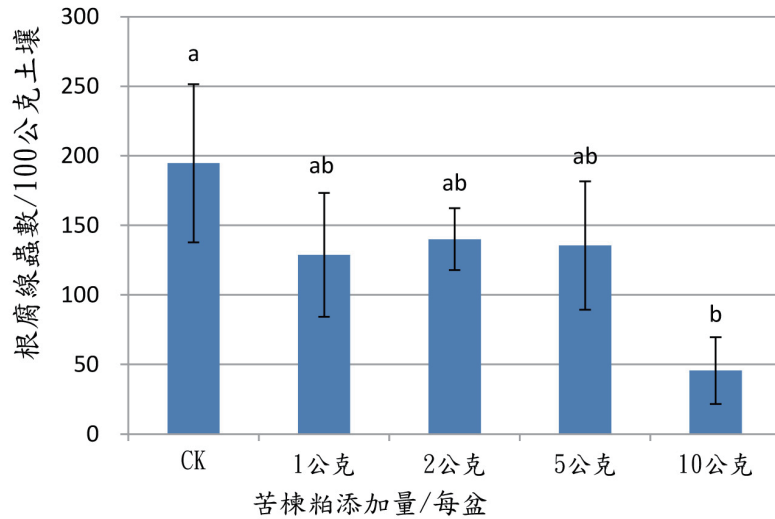


圖 3-3. 添加苦棟粕資材之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 3-3. Control effect of adding Neem cake pellets. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

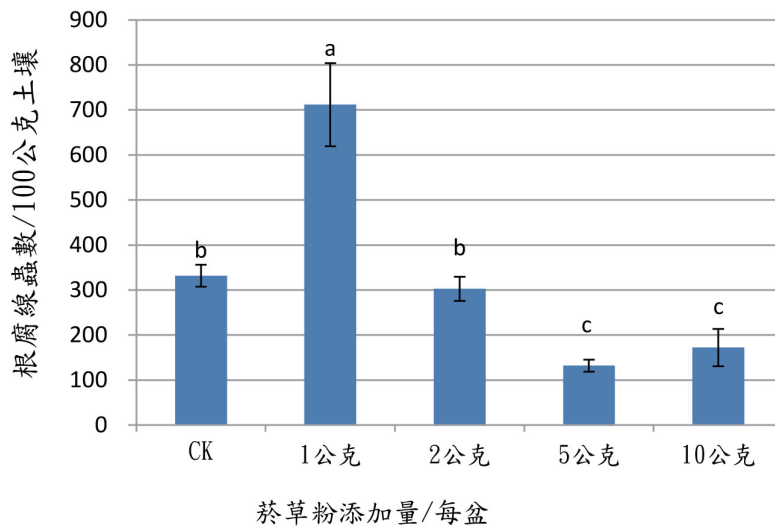


圖 3-4. 添加菸草粉資材之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 3-4. Control effect of adding tobacco powder. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

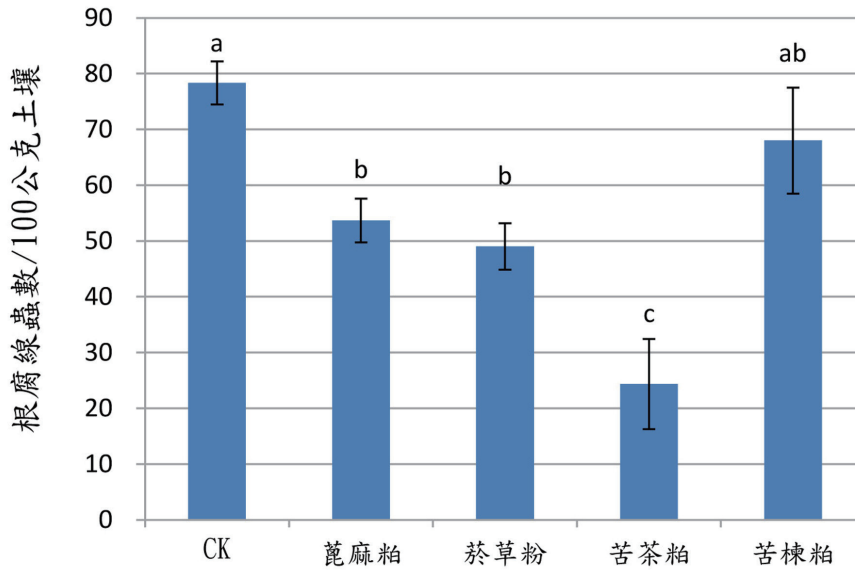


圖 3-5. 比較添加蓖麻粕、菸草粉、苦茶粕、苦楝粕資材防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 3-5. Comparison of the control effects of adding Castor meal, Tobacco powder, Tea seed meal and Neem cake pellets. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

三、液體防治資材澆灌試驗

(一) 皂素資材初步試驗：

上述苦茶粕具顯著降低根腐線蟲密度效果，故選用皂素進行初步測試液體資材，先找出一個有效濃度進行試驗。顏氏等 2006 年澆灌試驗試驗⁽⁹⁾中澆灌間隔為 14 天，本試驗選用更密集間隔 7 天，作為初步篩選，先找出資材之有效濃度。試驗結果如圖 4，僅稀釋 2,000 倍有顯著降低線蟲密度功效。試驗中 100、250、500 倍 3 種濃度，肉眼觀察明顯有生長抑制，植株較小株生長不良情形，澆灌濃度愈高愈嚴重，盆栽土壤呈現黏稠泥狀，陰乾一周仍呈黏稠狀，濃度 500 倍以上所澆灌之土壤，種植作物可能因根部呼吸不良使植株生長不良，故濃度愈高線蟲密度下降為植物生長不良間接造成，非該濃度對線蟲具有防治效果。

(二) 液體防治資材澆灌時機點試驗：

選用上述 25% 茶皂素稀釋 2,000 倍進行液體防治資材澆灌時機點試驗，觀察處理如表 1，處理 1：種植日前 1 天，種植後 7 與 14 天共澆灌 3 次；處理 2：種植日前 1 天，種植後 14 天與 28 天共澆灌 3 次；處理 3：種植日當日，種植後 14 天與 28 天共澆灌 3 次；處理 4：種植日當日，種植後 7 與 14 天共澆灌 3 次；處理 5：種植日前 1 天，種植後 7、14、21 與 28 天共 5 次。結果如圖 5，比較處理 1 與處理 4，處理 2 與處理 3，均呈現以種植前一天澆灌比種植當日澆灌有更好防治效果之趨勢；比較處理 1 與處理 2，處理 3 與處理 4，均呈現種植供試作物後間隔 7 天澆灌 2 次比間隔 14 天澆灌 2 次有較好防治效果之趨勢；以處理 5 種植前 1 天、種植後 7、14、21、28 天澆灌共 5 次，呈現出最好防治效果。

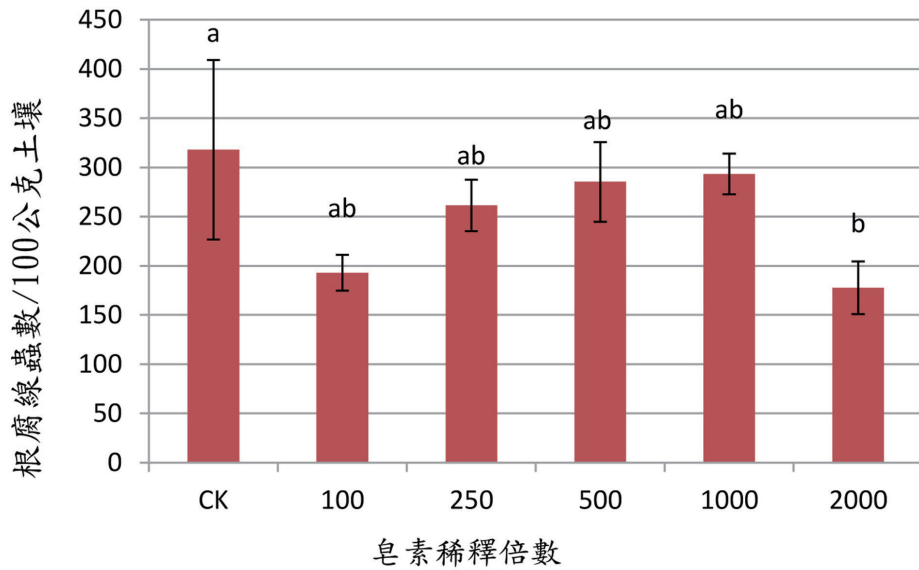


圖 4. 初步澆灌不同濃度皂素對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 4. Preliminary control test of root-lesion nematodes by irrigating different concentrations of liquid Saponin solution. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

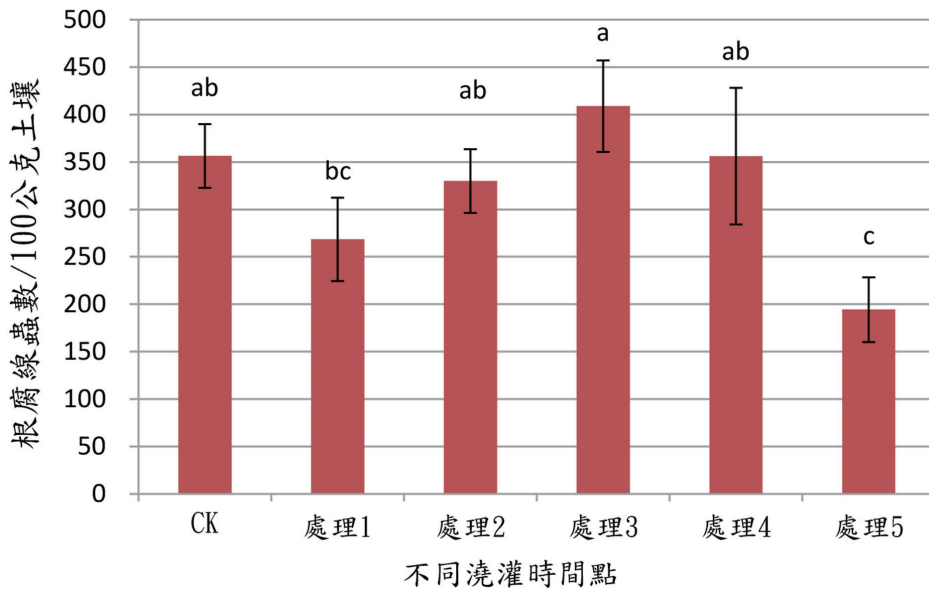


圖 5. 液體防治資材澆灌時機點試驗結果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 5. The test results of irrigating time point test of liquid control materials. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

表 1. 液體防治資材澆灌時機點試驗

Table 1. Irrigating time point test of liquid control materials

處理	種植日		種植後				總共澆灌次數
	前 1 天	當日	7 天	14 天	21 天	28 天	
CK							0
處理 1	●		●	●			3
處理 2	●			●		●	3
處理 3		●		●		●	3
處理 4		●	●	●			3
處理 5	●		●	●	●	●	5

註：標示●：該時間澆灌試驗資材；無標示：該時間點僅澆灌等量水。

(三) 各種液體資材有效濃度測試：

選用苦楝油、皂素、肉桂油乳劑、蓖麻粕與菸草粉浸出液 5 種液體資材進行澆灌防治資材試驗，初步測試苦楝油、肉桂油乳劑 2 種資材與皂素相同，若稀釋 500 倍以下 (含 500 倍) 時，盆栽土壤呈現黏稠泥狀，不適合種植作物，植株明顯生長不良，後續試驗以再增加稀釋倍數往下進行。苦楝油稀釋 500、1,000、2,500、5,000、10,000 倍等對根腐線蟲無防治效果，如圖 6-1。上述苦楝粕試驗中，每盆添加到 5 公克，與苦楝油液體資材試驗，防治效果均不佳，故苦楝之資材不推薦於防治根腐線蟲施用。

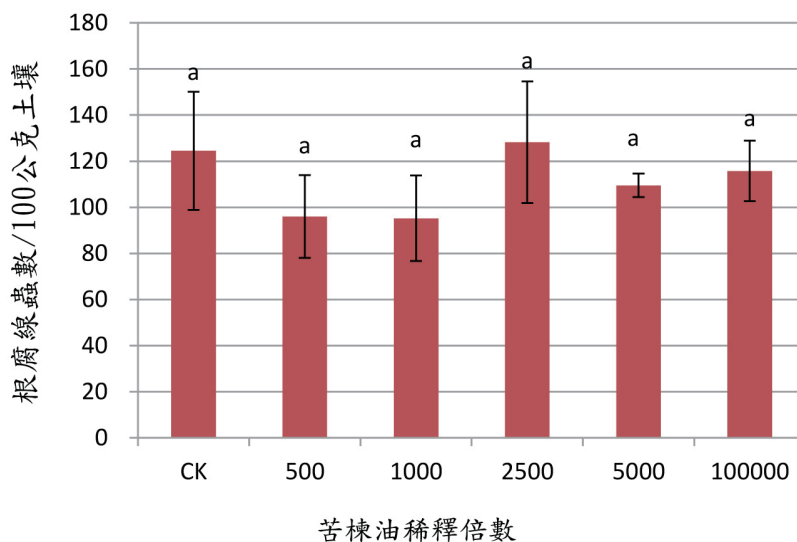


圖 6-1. 澆灌不同濃度苦楝油對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 6-1. The control effect of irrigating different concentrations of Ozoneem on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

肉桂油乳劑稀釋不同倍數防治結果如圖 6-2，僅 3,000 及 4,000 倍兩處理有顯著降低線蟲密度效果。其中 3,000 倍降低線蟲密度效果有更高之趨勢。在其它重覆試驗中肉桂油乳劑 3,000 倍同樣呈現出比 4,000 倍防治效果趨勢相同，顯示 3,000 倍為最佳之處理濃度。皂素稀釋 1,000、2,000、3,000、4,000、5,000、10,000 倍中，結果如圖 5-3，稀釋 2,000 倍時有顯著的降低線蟲密度效果。菸草粉浸出液分別稀釋 50、100、200、500、1,000、2,000 倍試驗中，結果如圖 6-4，稀釋 200、500 倍時有顯著降低線蟲密度的效果，且 500 倍有比 200 倍更好效果之趨勢。蓖麻粕浸出液分別稀釋 50、100、200、500、1,000、2,000 倍試驗中，結果如圖 6-5，雖無明顯降低線蟲密度的效果，但稀釋 200 倍時有降低線蟲密度之趨勢。

肉桂油乳劑、皂素、蓖麻粕與菸草粉浸出液 4 種資材表現出特定濃度範圍具有降低根腐線蟲密度之效果，與上述固體資材蓖麻粕、菸草粉試驗相同，提高劑量或濃度反而無法降低根腐線蟲密度，降低劑量或濃度亦無防治效果。進一步選取蓖麻粕浸出液 200 倍、菸草粉浸出液 500 倍、肉桂油乳劑 3,000 倍與皂素 2,000 倍進行比較，結果如圖 6-6 顯示肉桂油乳劑與皂素有顯著降低線蟲密度之效果。兩種資材間效果無明顯差異。

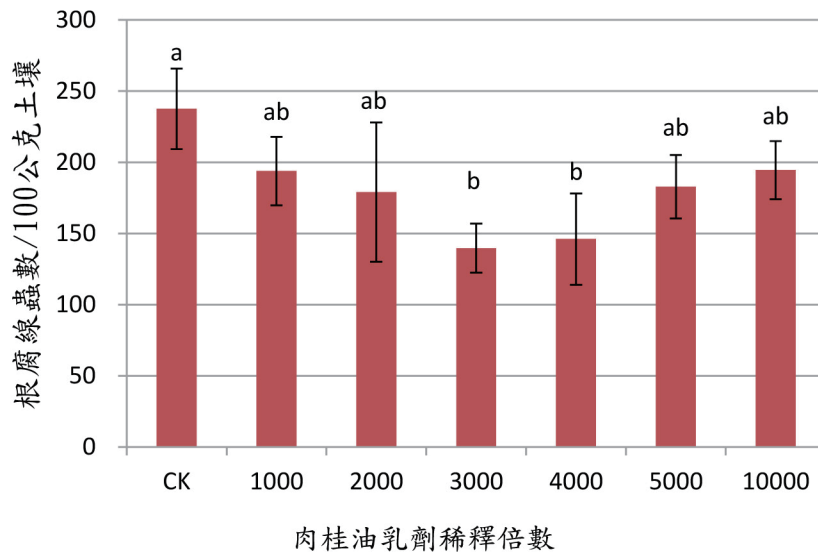


圖 6-2. 澆灌不同濃度肉桂油乳劑對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 6-2. The control effect of irrigating different concentrations of Cinnamon oil emulsion on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

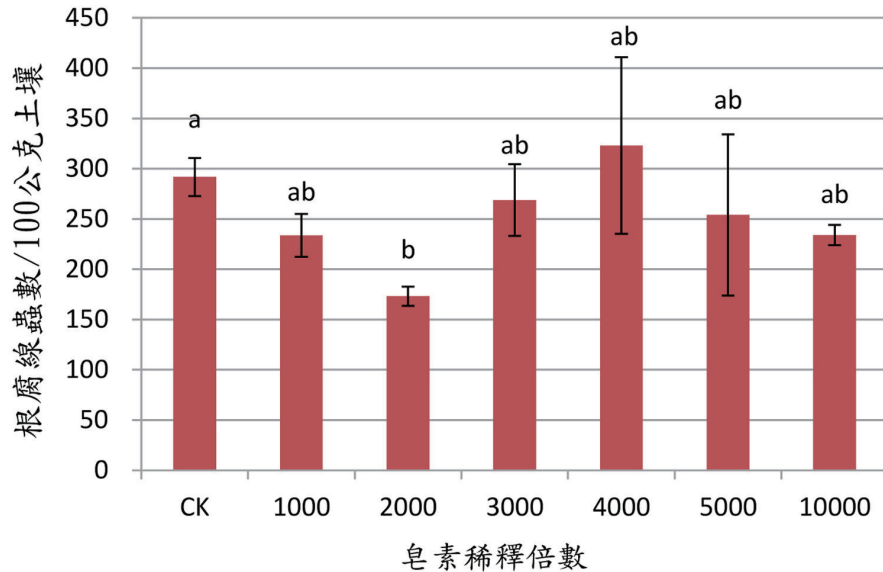


圖 6-3. 澆灌不同濃度皂素對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 6-3. The control effect of irrigating different concentrations of liquid Saponin solution on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

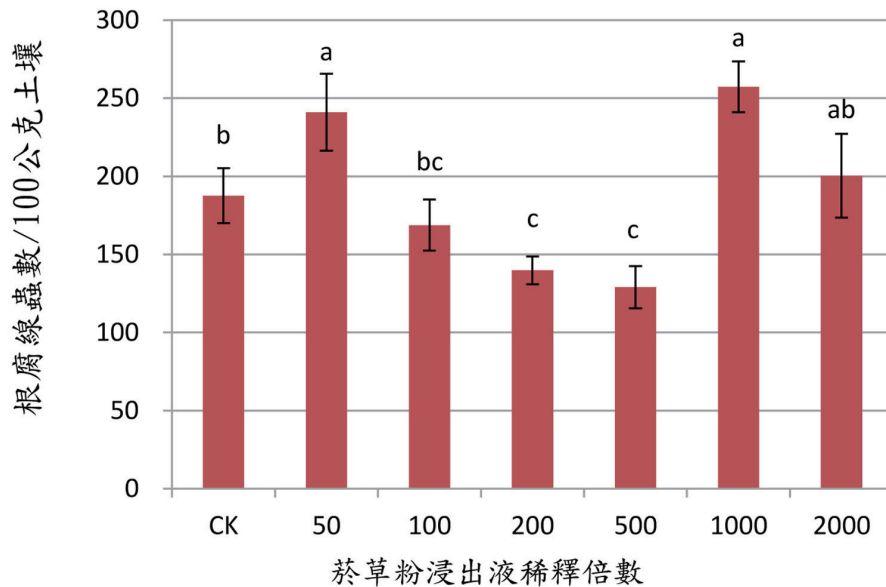


圖 6-4. 澆灌不同濃度菸草粉浸出液對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 6-4. The control effect of irrigating different concentrations of Tobacco powder leachate on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

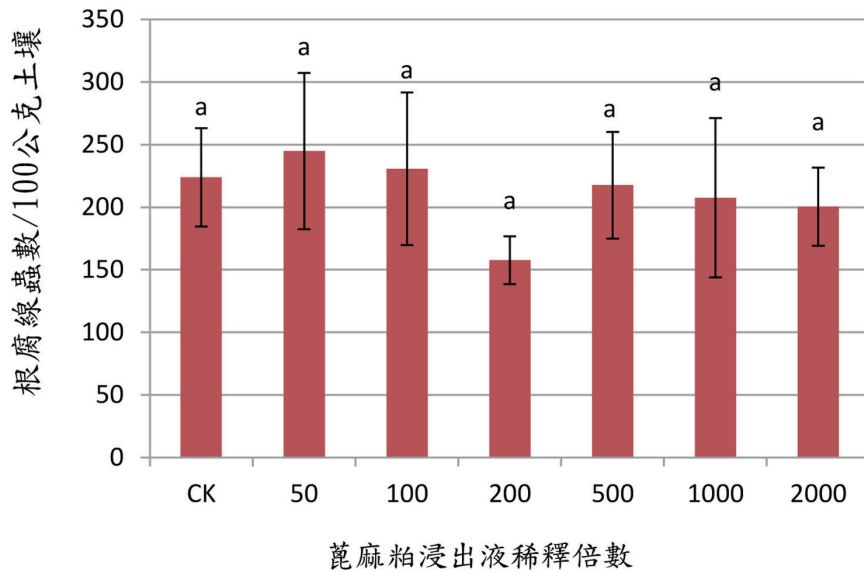


圖 6-5. 澆灌不同濃度蓖麻粕浸出液對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 6-5. The control effect of irrigating different concentrations of Castor meal leachate on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

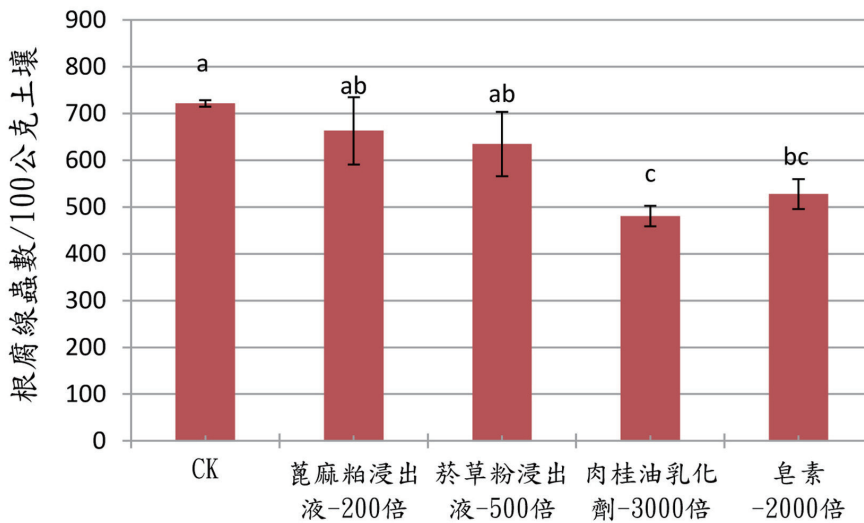


圖 6-6. 比較蓖麻粕浸出液、菸草粉浸出液、肉桂油乳劑、皂素等液體資材對根腐線蟲之防治效果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異

Fig. 6-6. Comparison of the control effects of irrigating Castor meal leachate, Tobacco powder leachate, Cinnamon oil emulsion and liquid Saponin solution. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test

四、固體與液體資材聯合防治試驗

(一) 蓖麻粕 / 肉桂油乳劑聯合防治試驗結果如圖 7-1，蓖麻粕與肉桂油乳劑兩處理無交感效應，其中以蓖麻粕 / 肉桂油乳劑：5/3,000 (克 / 倍) 效果最佳，統計分析另一級中較好之組合依序為 5/4,000、5/5,000、2/5,000 (克 / 倍)，與對照組線蟲密度依序為 5、15、21、22 與 110 隻。結果顯示兩種資材有疊加之效果。

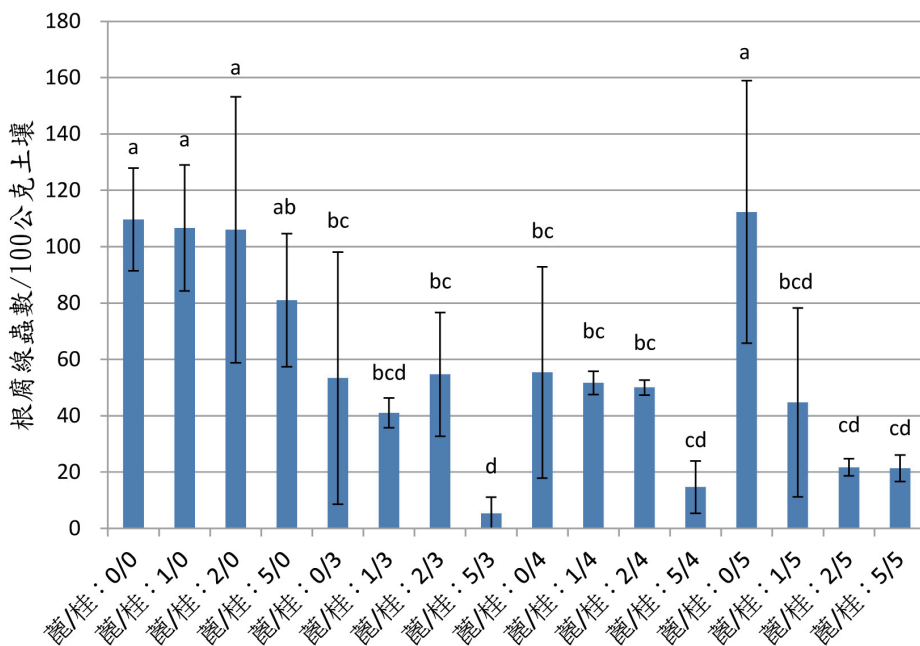


圖 7-1. 蓖麻粕與肉桂油乳劑聯合防治根腐線蟲結果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異。蓖：蓖麻粕、桂：肉桂油乳劑、X/Y：添加固體資材公克數 / 澆灌液體資材稀釋千倍數

Fig. 7-1. The combined control effect of the combination of Castor meal and Cinnamon oil emulsion on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test. Castor: Castor meal, Cinnamon: Cinnamon oil emulsion, X/Y: added grams of solid materials/thousand times of dilution of irrigating liquid materials

(二) 蓖麻粕 / 皂素聯合防治試驗結果如圖 7-2，蓖麻粕與皂素亦無交感效應，其中以蓖麻粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍) 效果最佳，統計分析另一級中較好之組合依序為 5/2,000、2/3,000、5/4,000 (克 / 倍)，與對照組線蟲密度依序為 22、59、66、71 與 153 隻。

(三) 苦茶粕 / 肉桂油乳劑聯合防治試驗結果如圖 7-3，苦茶粕與肉桂油乳劑兩處理有交感效應，其中以苦茶粕 / 肉桂油乳劑：5/5,000 (克 / 倍) 效果最佳，其他較好之組合依序為 2/5,000、5/3,000、2/3,000 (克 / 倍)，與對照組線蟲密度依序為 22、44、62、63 與 219 隻。試驗結果之趨勢依然為苦茶粕要添加到 5 公克效果較好，但與肉桂油乳劑稀釋 5,000 倍組合效果最佳，顯示苦茶粕可以增加肉桂油乳劑之防治效果。

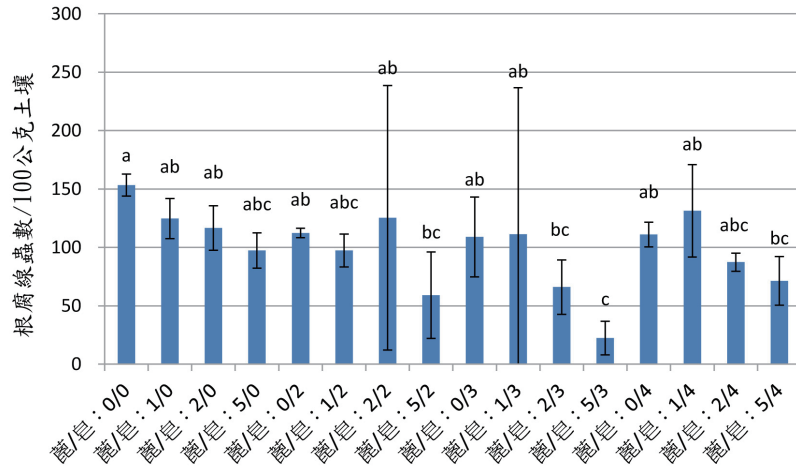


圖 7-2. 蓖麻粕與皂素聯合防治根腐線蟲結果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異。蓖：蓖麻粕、皂：皂素、X/Y：添加固體資材公克數 / 澆灌液體資材稀釋千倍數

Fig. 7-2. The combined control effect of the combination of Castor meal and liquid Saponin solution on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test. Castor: Castor meal, Saponin: liquid Saponin solution, X/Y: added grams of solid materials/thousand times of dilution of irrigating liquid materials

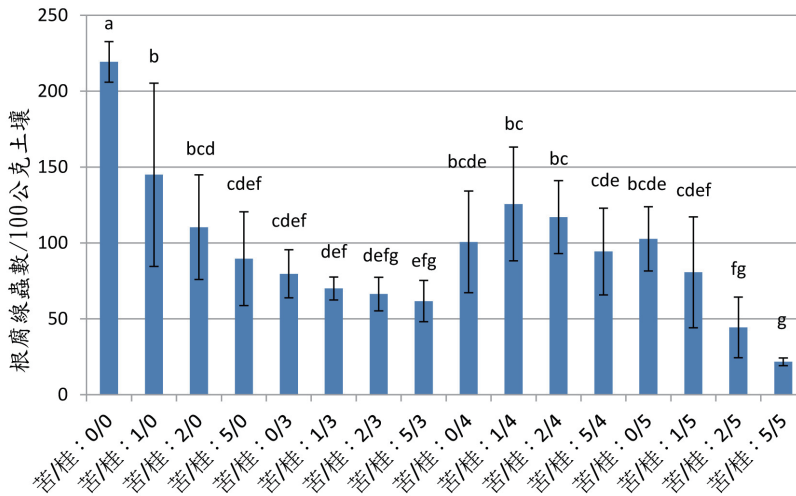


圖 7-3. 苦茶粕與肉桂油乳劑聯合防治根腐線蟲結果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異。苦：苦茶粕、桂：肉桂油乳劑、X/Y：添加固體資材公克數 / 澆灌液體資材稀釋千倍數

Fig. 7-2. The combined control effect of the combination of Tea seed meal and Cinnamon oil emulsion on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test. Tea: Tea seed meal, Cinnamon: Cinnamon oil emulsion, X/Y: added grams of solid materials/thousand times of dilution of irrigating liquid materials

(四) 苦茶粕 / 皂素聯合防治試驗結果如圖 7-4，苦茶粕與皂素兩處理無交互效應，其中以苦茶粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍) 效果最佳，統計分析另一級中較好之組合依序為 1/2,000、5/4,000、0/2,000、2/2,000、2/3,000、1/4,000、2/4,000 (克 / 倍)，與對照組線蟲密度依序為 64、93、101、109、113、114、118、119 與 447 隻。

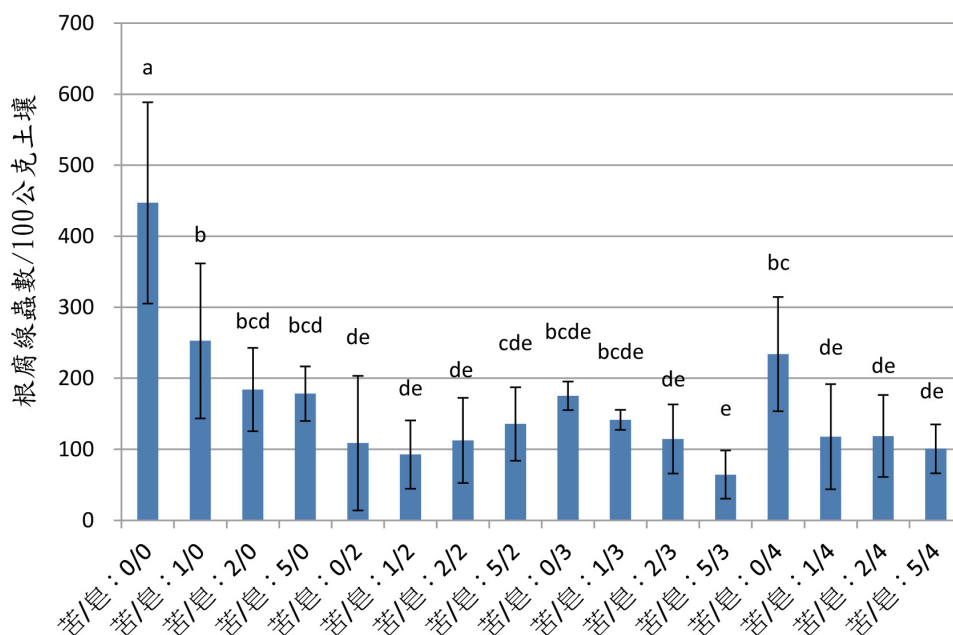


圖 7-4. 苦茶粕與皂素聯合防治根腐線蟲結果。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異。苦：苦茶粕、皂：皂素、X/Y：添加固體資材公克數 / 澆灌液體資材稀釋千倍數

Fig. 7-4. The combined control effect of the combination of Tea seed meal and liquid Saponin solution on root-lesion nematodes. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test. Tea: Tea seed meal, Saponin: liquid Saponin solution, X/Y: added grams of solid materials / thousand times of dilution of irrigating liquid materials

(五) 最佳組合篩選：從各組試驗中挑選防治效果較佳的 3 組處理來進行比較，結果如圖 7-5，其中以蓖麻粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍) 效果最佳。統計分析同一級數中，防治效果依序為苦茶粕 / 肉桂油乳劑：5/3,000 (克 / 倍)、蓖麻粕 / 皂素：5/2,000 (克 / 倍)、苦茶粕 / 皂素：5/2,000 (克 / 倍)、托福松、苦茶粕 / 肉桂油乳劑：5/5,000 (克 / 倍)、苦茶粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍)，與對照組線蟲密度依序為 62、67、68、68、68、69、76 與 277 隻。而各處理植體地上部重量分析結果，變方分析結果 P-value 0.91，且經 LSD 分析均無差異，顯示各處理間植體表現無顯著差異。半結球萵苣植體根系多，故植體不易因線蟲危害呈現出差異。而薤菜本身根系較少，故較易受到線蟲影響植株生長出現差異，間接有影響土壤中可檢測出之線蟲密度。本試驗使用之防治資材無造成植體上有不良影響，線蟲密度之差異為線蟲單純受資材影響，而非資材影響植體生長勢，間接影響線蟲密度所致。

使用非化學農藥資材常常被詬病的原因之一為防治效果不穩定，可能為處理濃度或組合未最佳化。在蓖麻粕 / 肉桂油乳劑試驗組中，效果最好前三名組合依序為 5/3,000、5/4,000、5/5,000 (克 / 倍)，但此三處理在後續最佳處理組合篩選試驗中防治效果相同，然而平均標準差由低至高為 5/3,000、5/4,000、5/5,000 (克 / 倍)，顯示 5/3,000 (克 / 倍) 處理有較穩定之防治效果。在最佳組合篩選試驗中以蓖麻粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍) 處理效果最佳，檢出線蟲量最低；在蓖麻粕 / 皂素組合試驗中，線蟲量最低依序為 5/3,000、5/2,000、2/3,000 (克 / 倍)，此蓖麻粕 / 皂素組合 3 處理在最佳處理組合篩選試驗中，結果趨勢仍然相同，顯示此組合效果表現穩定，且不輸給化學農藥，因此可以推薦蓖麻粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍) 處理給農友作為非化學農藥防治參考。

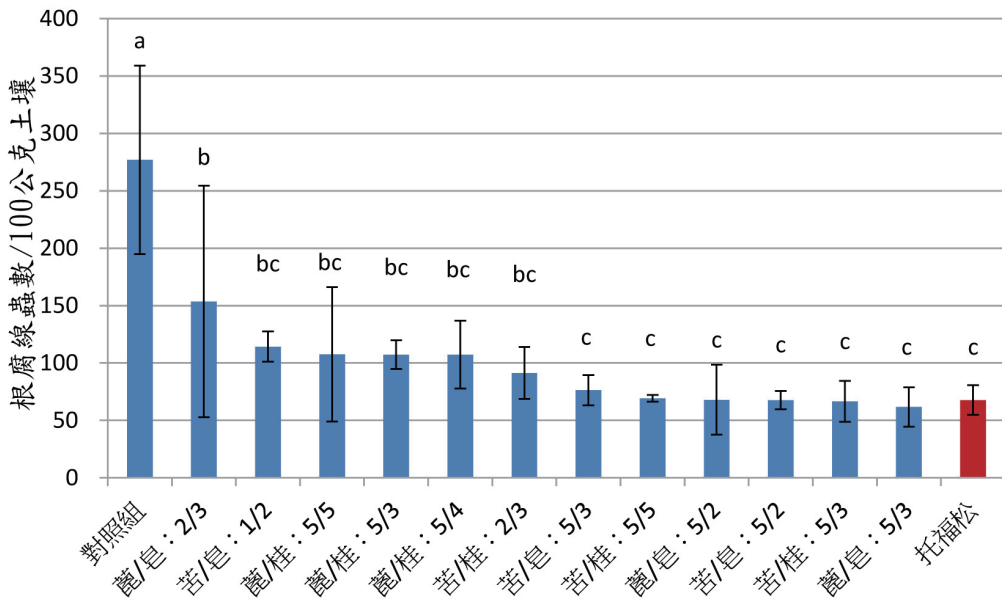


圖 7-5. 不同組合聯合防治效果比較。誤差線為平均值標準差 (n = 3)。各直方圖上示以相同字母為 5% 顯水準下經 LSD 測試未達顯著性差異。蓖：蓖麻粕、苦：苦茶粕、皂：皂素、桂：肉桂油乳劑、X/Y：添加固體資材公克數 / 澆灌液體資材稀釋千倍數

Fig. 7-5. Comparison of the combined control effects of different combinations. Error bar is the standard error of mean (n = 3). The same letters on the histogram are not significantly different at 5% level by LSD test. Castor: Castor meal, Tea: Tea seed meal, Saponin: liquid Saponin solution, Cinnamon: Cinnamon oil emulsion, X/Y: added grams of solid materials/ thousand times of dilution of irrigating liquid materials

結 論

種植拮抗根瘤線蟲之萬壽菊，對根瘤線蟲雖有很好的防治效果，但對根腐線蟲防治效果亦不佳，故不建議間作萬壽菊，避免有橋接線蟲感染旁邊作物之風險。休耕 1 年亦無法減少線蟲數量，若園區發現作物感染根腐線蟲，應立即採取防治措施。利用淹水方式防治根腐線蟲，至少需 3 個月以上，並在預進行種植作物時務必再導入其它防治方法，增強防治效果。

若要添加固體資材防治根腐線蟲，建議可選用苦茶粕與蓖麻粕，但需提高使用量，於種植前一週，每 0.1 公頃需施用約 566 公斤，方有較顯著之效果。對於添加固體資材有困難者，可以施用肉桂油乳劑 (含 36% 肉桂醛) 稀釋 3000 倍或 25% 皂素稀釋 2,000 倍進行防治，每株澆灌 100 ml，澆灌時間為種植前 1 天、種植後 7、14、21、28 天共澆灌 5 次，可以顯著降低根腐線蟲密度。

同時搭配固體與液體資材進行聯合防治，比施用單一種資材有更佳防治效果。不同試驗組合中以蓖麻粕 / 皂素：5/3,000 (克 / 倍) 組合防治效果最佳。進行聯合防治試驗組合中使用之固體資材均取得肥料登記 (查詢農糧署之肥料管理整合資訊系統 (<https://fims.afa.gov.tw/WFR/PublicFun/QueryFertBrand.aspx>))，本試驗使用蓖麻粕價格僅苦茶粕 1 半。聯合防治試驗組合中使用之液體資材，目前僅使用之皂素為免登記植物保護資材 (查詢動植物防疫檢疫局之農藥資訊服務網 (<https://pesticide.baphiq.gov.tw/information/>))，試驗使用之肉桂油乳劑雖尚未取得免登記植物保護資材登記，目前已取得免登記植物保護資材之肉桂油相關產品價格高出皂素 1 倍以上，故使用蓖麻粕 / 皂素此組合為目前市場上容易購得與成本最低廉之組合，可作為農友友善耕作使用之參考。

引用文獻

1. 王文宏、陳珮臻。2020。臺灣菊花田間植物寄生性線蟲調查及鑑定兩個新紀錄種。植物醫學期刊 62(2)：1-11。
2. 林立、楊大吉。2010。植物浸出液。作物蟲害非農藥防治資材 pp56-59。
3. 吳信郁、蔡東纂、林奕耀。2002。臺灣作物根腐線蟲之鑑定及生物學研究。植物病理學會刊 11：123-136。
4. 蔡孟旅、張淳淳、陳盈丞、黃秀雯、彭瑞菊、吳雅芳、林國詞、陳昇寬、鄭安秀。2007。非化學農藥植物保護技術。臺南區農業改良場技術專刊 106-2(NO.168)。
5. 蔡東纂。1999。植物寄生性線蟲病害之化學防治。植物病理學會刊 8：41-50。
6. 蔡東纂。2012。近年來國內植物寄生性線蟲之發生與防治。農業試驗所特刊 149：63-81。
7. 顏志恆、林俊義、陳殿義、李明達、蔡東纂。1998。拮抗植物抑制南方根瘤線蟲族群之效用。植物病理會刊 7：94-104。
8. 顏志恆、吳信郁、蔡淑珍、陳殿義、蔡東纂。2008。LT-M 有機添加物對白柚柑桔線蟲族群，白柚產量及品質之影響。植保會刊 50(1-2)：31-36。
9. 顏志恆、陳殿義、鍾文全、蔡東纂、謝廷芳。2008。天然植物保護製劑防治植物線蟲病害之效果評估。植物病理學會刊 17(2)：169-176。
10. 顏志恆、許晴晴、謝廷芳。2006。肉桂油乳劑防治番茄難分根瘤線蟲織田間藥效試驗。植物醫學期刊 59(4)：5-11。
11. 鄭安秀、李敏郎。1997。蒸氣消毒在植物病害防治上之應用。臺南區農業專訊 22：4-7。
12. Aballay, E., Sepulveda, R., and Insunza, V., 2004. Evaluation of five nematode-antagonistic plants used as green manure to control *Xiphinema Index* Thorne et Allen on *Vitis vinifera* L. *Nematologica* 34, 45-51.

13. Anderson, E. J. and Yanagihara, I. 1955. A method for estimating numbers of motile nematodes in large number of soil sample. *Phytopathology* 45: 238-239.
14. Babidha, N., and Ramaswamy, M., Ameliorative effects of vermicompost on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) with reference to organic constituents in the leaves of vegetable lady's finger plant, *Hibiscus esculentus* L. (var. COBH1). *J. Biological. Technology*. Vol. No. 3(3): 6-11.
15. BROWN, LLOYD N., 1933. Flooding to control Root-Knot Nematodes. *Journal of Agricultural Research*, Vol. 47, no. 11: 889-895.
16. Castillo, P., and Vovlas, N. 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. *Nematology Monographs and Perspectives*, Vol. 6. Brill, Leiden-Boston. 529 pp.
17. Chen, P. and Tsay, T. T., 2006. Effect of Crop Rotation on *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp. Populations in Strawberry Fields in Taiwan. *J Nematol.* 38(3): 339-344.
18. GLAZER, I., and ORION, D., 1983. Studies on Anhydrobiosis of *Pratylenchus thornei*. *Journal of Nematology* 15(3): 333-338.
19. Khan, M.W., M.M. Alam, A.M. Khan and S.K. Saxena, 1974. Effect of water soluble fractions of oil cake and bitter principles of neem on some fungi and nematodes. *Acta Botanica Indica*, 2: 120-128.
20. Loof, P. A. A. 1991. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. Pages 363-421 in: *Manual of Agricultural Nematology*. W. R. Nickle, ed. M. Dekker, New York, U.S.A.
21. McSorley, R., and Frederick, J. J., 1995. Response of some common Cruciferae to root-knot nematodes. *Supplement to Journal of Nematology*. 27(4S): 550-554.
22. Mishra, K. K., and Prandra, P. K. 2017. Comparative efficacy of different oil cakes as a soil amendments against *M. Incognita* on the yield of soyabean. *IJARCS*. 4(2): pp1-5.
23. O'Bannon, J. H., and Tomerlin, A. T. 1973. Citrus tree decline caused by *Pratylenchus coffeae*. *J. Nematol.* 5: 31-316.
24. Sasser, J. N., and Freckman, D. W. 1987. A world perspective on Nematology: the role of the society. Pages 7-14. in: *Vistas on Nematology*. J. A. Veech and D. W. Dickson, eds. Society of Nematologists Inc. U. S. A.
25. Tobar, A., Valor, H., and Talavera, M., 1995. Kinetics of recovery from anhydrobiosis in *Pratylenchus thornei*, *Merlinius brevidens* and *Heterodera avenae* from dry field soils and dry roots of the host plant. *Fundam. appl. Nematol.* 18(1): 21-24.
26. Townshend, J. L. 1984. Anhydrobiosis in *Pratylenchus penetrans*. *J. Nematol.* 16: 282-289.
27. Tsai, B. Y. 2008. Anhydrobiosis of *Pratylenchus coffeae*. *Plant Pathol. Bull.* 17: 17-24.

Preliminary studies on the non-chemical control strategies of root-lesion nematodes in the greenhouse¹

Lin, G. C.²

Abstract

Root-lesion nematodes is an important plant parasitic nematodes in Taiwan. It has become the major nematode in recent years. Crops such as melons in the greenhouses are susceptible to root-lesion nematodes. The non-chemical or non-pesticide control measures has become the first choice for farmers. However, most of the current non-chemical control methods are the results from root-knot nematode experiments. There is still rooms for adjustment of these technologies to be applied to the control of root-lesion nematodes. In this experiment, potted plants were used to test the control efficacy of root-lesion nematodes. The results showed that the control effects of flooding for one year, planting marigolds, and fallow crops were all poor. Increase the amount of solid material Castor meal and Tea seed meal to 5 grams per 2 kg of soil; irrigate 2,000 dilution of liquid saponin solution and 3,000 dilution of Cinnamon oil emulsion, all have the effect of significantly reducing the density of soil nematodes. The combined control effect of the combination of solid and liquid materials was greater than that of a single material, and the combination of castor meal/saponin: 5 g/3,000 times had the best control efficacy. It can be used as a reference for the control of root-lesion nematodes in the future.

What is already known on this subject?

Nowadays, most of the non-pesticide control measures for root-lesion nematodes from root-knot nematodes.

What are the new findings?

Adjusting the application dosage of non-pesticide materials for controlling root-lesion nematodes and the combination of solid and liquid materials to increase the control efficacy.

What is the expected impact on this field?

Increase the efficacy of root-lesion nematode control and reduce the use of highly toxic chemical pesticides by farmers.

Key words: Root-lesion nematode, Root-knot nematode, Castor meal, Saponin

Accepted for publication: May 5, 2022

1. Contribution No. 545 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.