

天然植物保護製劑防治植物線蟲病害 之效果評估

顏志恒¹ 陳殿義² 鍾文全³ 蔡東纂⁴ 謝廷芳^{5,6}

¹ 台中市 國立中興大學農業推廣中心

² 台中縣霧峰鄉 農委會農業試驗所植物病理組

³ 台中縣新社鄉 農委會種苗改良繁殖場繁殖技術課

⁴ 台中市 國立中興大學植物病理學系

⁵ 雲林縣古坑鄉 農委會農業試驗所花卉研究中心

⁶ 聯絡作者，電子信箱：tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw；傳真：+886-5-582-0835

接受日期：中華民國 97 年 4 月 18 日

摘要

顏志恒、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. 植病會刊 17: 169-176.

八種由植物萃取物配製而成之天然植物保護製劑—葵無露、驚炭號、黴挫、黑修羅、銹躲、活力能、穩收、嘜出螺等，經系列稀釋六種濃度後測試對南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 及南方根腐線蟲 (*Pratylenchus coffeae*) 之殺蟲效果，結果顯示黑修羅與黴挫的 100 倍稀釋液對於南方根腐線蟲的殺蟲效果達 89.2 % 以上，但其餘製劑及濃度則效果不彰。而測試南方根瘤線蟲二齡幼蟲的殺蟲效果得知，葵無露與穩收於各稀釋倍數下不具殺蟲效果，二齡幼蟲致死率皆低於 13 %，與對照組無顯著差異，其餘則依有效稀釋倍率分成三級，於 10000 倍稀釋下具有極佳殺蟲效果者為 A 級，有黑修羅與嘜出螺，致死率達 90 % 以上；於 500 倍稀釋下殺蟲效果不佳，但於 100 倍稀釋下具有極高致死率者為 B 級，有銹躲與黴挫；於 10 倍稀釋下致死率極高者為 C 級，有驚炭號與活力能。以 A 級植物保護製劑進行溫室試驗，結果顯示澆灌稀釋 10000 倍的黑修羅與嘜出螺水溶液，對番茄植株根部的根瘤指數均有明顯降低的效果；另外，土壤經黑修羅的 500 倍稀釋液與與嘜出螺的 1000 倍稀釋液處理時，其百克土壤之線蟲數目均與以「歐殺滅」處理者無顯著差異。因此，黑修羅及嘜出螺兩种植物保護製劑應具有商品化的發展潛力。

關鍵詞：植物萃取物、植物保護製劑、南方根瘤線蟲、南方根腐線蟲、防治

緒言

臺灣位處熱帶與亞熱帶氣候區，常年處於高溫多濕環境下，非常適合各種作物病害的發生與傳播，嚴重影響農作物的產量與產品品質^(10, 17)。近年來，政府極力提倡與發展『永續農業』，祈能藉由生態平衡的耕作理念，充分利用各種栽培管理措施，配合農業廢棄物資源回收再利用，生產無農藥殘留的農產品^(11, 13)。目前病蟲害防治的研究導向，是以研發符合安全農業之病蟲害防治新技術為主，逐漸降低對化學農藥的依

賴，以保障人類的健康、生態的平衡及農業的永續經營^(2, 7, 11, 17, 19, 20)。在作物病害之中，植物寄生性線蟲所引起的線蟲病害是最難防治的一環，目前國內利用 *Streptomyces saraceticus* Berger *et al.* 與 LTM 土壤添加物可有效防治多種植物線蟲病害⁽²⁰⁾，國外亦有商品化的天然殺線蟲劑問市，並展現可以接受的防蟲效果^(6, 8)。

近年來農業試驗所開發一系列以天然植物萃取物為主成份之植物保護製劑，例如葵無露、驚炭號、黴挫、黑修羅、銹躲、活力能、穩收、嘜出螺等用以防

治作物病害與福壽螺的為害，均呈現相當優異的防治效果^(3, 10, 12, 22)。本文的目的擬取上述八種天然植物保護製劑進行實驗室及溫室試驗，測試其對南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood, 1942) 及南方根腐線蟲 (*Pratylenchus coffeae* Goodey, 1951) 等植物寄生性線蟲的防治效果，評估是否具有取代化學藥劑的潛力。

材料與方法

供試之天然植物保護製劑來源

本試驗所使用之八種天然植物保護製劑 (natural plant protectant, NPP) — 葵無露 (NPP-A)、驚炭號 (NPP-B)、黴挫 (NPP-C)、黑修羅 (NPP-D)、鏽躲 (NPP-E)、活力能 (NPP-F)、穩收 (NPP-G)、嘜出螺 (NPP-H) 係由農業試驗所植物病理組及應用動物組所提供，「葵無露」為乳化的葵花油製劑⁽¹²⁾，稀釋 200 倍使用於防治作物白粉病；「驚炭號」為含柑桔精油的微乳劑，稀釋 1000 倍使用於防治作物炭疽病及白粉病；「黴挫」是含香茅油的微乳劑，稀釋 1000-2000 倍可用於防治作物灰黴病；「黑修羅」為一含肉桂油的微乳劑⁽⁹⁾，稀釋 4000 倍可用於防治白菜炭疽病及蝴蝶蘭灰黴病；「鏽躲」為一天然植物萃取物微乳劑製劑，稀釋 1000 倍用於防治作物銹病；「活力能」是一中藥複方製劑，稀釋 1000 倍可用於防治作物炭疽病；「穩收」為一含天然植物油之乳劑，用於防治小型昆蟲之為害；「嘜出螺」是一種含天然界面活性劑之製品，用於殺死福壽螺的卵⁽²²⁾。

供試之植物寄生性線蟲蟲源

本實驗所使用之植物寄生性線蟲蟲源，係由國立中興大學植物病理學系植物線蟲實驗室所提供。南方根瘤線蟲 (*M. incognita*) 之培養乃於溫室中先行種植空心菜 (*Ipomoea reptans* Poir.，尖甕品種) 植株於泥炭土與珍珠石等量之盆鉢，再將上述線蟲的卵塊接種至種植盆鉢中之空心菜根部，約一個半月後，一個世代的卵塊產生後，作為實驗之蟲源。南方根腐線蟲蟲源 (*P. coffeae*) 先以混合消毒液 (1000 ppm Streptomycin Sulfate、1000 ppm Chloromycetin、及 1000 ppm Penicillin-G) 消毒三次，每次十五分鐘。再以無菌水漂洗三次後，於胡蘿蔔癒合組織 (carrot callus) 無菌培養一個月後備用。

接種源之製備

本實驗所使用之南方根瘤線蟲供試蟲源於實驗前收集自空心菜根部組織分離出之南方根瘤線蟲卵塊，置於無菌水中浸泡 24 小時後，以消毒過的玻璃吸管吸取孵化出來的二齡幼蟲，收集於 100 毫升的小燒杯中，計算蟲量備用。南方根腐線蟲供試蟲源則以無菌水沖洗培養於胡蘿蔔癒合組織中之根腐線蟲，並收集於 100 毫升的小燒杯中，計算蟲量以備試驗所需。

供試植物及土壤

供試寄主植物為番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 農友 301 號，於溫室中將番茄種子播種於含 Bas Van Buuren (BVB) 介質 (No.4, Maasland, Netherlands) 之黑色塑膠育苗穴植盤中 (12×24 格)，每一小格 (2.5×2.5cm) 播一至二粒種子，等長到兩片子葉完全張開時，移植至裝有蒸氣消毒過栽培土之花盆中 (直徑 11.5 公分)，每一花盆移植一棵幼苗，每日早晚澆水一次，每星期以獅馬葉肥 (Foliar nitrophoska, N: P₂O₅: K₂O: MgO=20: 19: 19: 0.5；王馬企業有限公司，高雄縣) 300-500 倍水溶液噴灑以維持良好生長，以育苗 30~35 天之植株作為供試植物。而本試驗所用之土壤，係取自南投縣草屯鎮坪林里之田土，經土壤分析為砂質壤土 (sandy loam)，pH 值為 6.7，含水量為 12%。質地含砂粒 (sand) 佔 60.4%，粘粒 (clay) 佔 25.6%，粉粒 (silt) 佔 14%。供試土壤經蒸汽滅菌消毒 (121 °C、15 lb，20 min) 後備用。

天然植物保護製劑對供試線蟲孵化率及二齡幼蟲致死率之影響

八種天然植物保護製劑分別以無菌水稀釋成 10、100、500、1000、5000、10000 倍稀釋液，取 10 毫升倒入內徑五公分小培養皿中，再將 1000 個南方根瘤線蟲及南方根腐線蟲的卵及 1000 隻二齡幼蟲分別置放於小培養皿內，於室溫下靜置五天後，計算線蟲卵孵化率 (egg hatch) 及二齡幼蟲致死率 (second juvenile mortality)，並分別將線蟲卵及二齡幼蟲移至無菌水中 24 小時確定卵不再孵化及二齡幼蟲已真正死亡。每個處理各有五個重複，本試驗重複兩次，並以無菌水作為對照組。

天然植物保護製劑對南方根瘤線蟲之防治效果

將育苗 30~35 天之農友 301 號番茄植株每株接種 1000 隻南方根瘤線蟲二齡幼蟲，接種兩天後勿過量澆水以免線蟲數量流失，並保持溼度以利根瘤線蟲侵入

結 果

天然植物保護製劑對供試線蟲卵孵化率及二齡幼蟲致死率之影響

本研究測試八種天然植物保護製劑 (natural plant protectant, NPP) — 葵無露 (NPP-A)、驚炭號 (NPP-B)、徽挫 (NPP-C)、黑修羅 (NPP-D)、鏽躲 (NPP-E)、活力能 (NPP-F)、穩收 (NPP-G)、嚙出螺 (NPP-H)，對於為害作物地下部之南方根腐線蟲的殺蟲效果，結果發現在各種稀釋倍數下各種植物保護製劑對根腐線蟲卵的孵化率多有些微影響，最顯著抑制孵化者為黑修羅 500 倍以下之稀釋液 (表一)；而對二齡幼蟲的致死率方

番茄根系。接種根瘤線蟲 14 天後開始分別澆灌稀釋成 10、100、500、1000、5000、10000 倍的黑修羅與嚙出螺水溶液，每一個星期澆灌一次共五次，並以施用殺蟲劑歐殺滅 (Oxamyl) (40 公斤/公頃) 作為藥劑對照組，無菌水作為空白對照組。40 天後記錄接種根瘤線蟲之番茄植株根部根瘤指數 (galling index)、每 100 克土壤所含之線蟲數 (No./100g soil)、番茄植株地上部乾重量 (top dry weight, Top DW)、根部乾重量 (root dry weight, Root DW) 及植株高度 (plant height)。其根瘤指數區分為五級：0 級，無病徵；1 級，1-15 % 的根系有根瘤；2 級，16-30 % 的根系有根瘤；3 級，31-50 % 的根系有根瘤；4 級，51-100 % 的根系有根瘤。每個處理各有五個重複，本試驗重複兩次。

表一、天然植物保護製劑對於南方根腐線蟲卵孵化率及二齡幼蟲致死率之影響

Table 1. Effects of eight natural plant protectants on egg hatching and second juvenile mortality of *Pratylenchus coffeae*

Natural plant protectant ^{1/} Dilution fold	Hatching rate (%)	J2 Mortality (%)	Natural plant protectant ^{1/} Dilution fold	Hatching rate (%)	J2 Mortality (%)
NPP-A			NPP-E		
10	58.4 ²	1.8	10	52.0	25.6
100	54.0	2.2	100	53.4	18.2
500	61.4	1.2	500	62.0	6.8
1000	54.0	1.4	1000	61.6	8.8
5000	55.0	1.6	5000	59.6	5.6
10000	55.6	1.2	10000	58.8	5.4
NPP-B			NPP-F		
10	58.6	20.4	10	60.6	20.6
100	58.4	8.8	100	59.2	7.4
500	63.6	3.0	500	59.6	7.0
1000	57.2	4.0	1000	54.0	5.0
5000	58.8	2.6	5000	58.0	6.2
10000	60.6	2.0	10000	57.2	6.4
NPP-C			NPP-G		
10	32.6	90.0	10	65.8	7.4
100	54.6	89.2	100	65.2	6.2
500	62.2	29.4	500	65.8	6.8
1000	60.0	4.2	1000	57.6	5.6
5000	61.8	2.2	5000	65.4	5.4
10000	62.0	3.4	10000	63.6	7.6
NPP-D			NPP-H		
10	35.4	92.4	10	45.2	81.6
100	27.2	96.6	100	47.4	37.4
500	26.8	16.2	500	53.2	7.6
1000	61.2	18.2	1000	50.2	10.6
5000	66.2	7.6	5000	65.2	7.4
10000	61.2	7.0	10000	61.3	7.6
			Check (water)	67.0	17.0
			LSD _{0.05}	3.97	3.95

¹ NPP-A: Kue Wu Lu (葵無露); NPP-B: AnthraScare (驚炭號); NPP-C: Most Stop (徽挫); NPP-D: Black Asura (黑修羅); NPP-E: Rust Escape (鏽躲); NPP-F: Active Power (活力能); NPP-G: Win So (穩收); NPP-H: Mai Chu Lo (嚙出螺).

² Means (n=5) within each column are separated by Fisher's least significant difference (p=0.05).

表二、天然植物保護製劑對於南方根瘤線蟲卵孵化率及二齡幼蟲致死率之影響

Table 2. Effects of eight natural plant protectants on egg hatching and second juvenile mortality of *Meloidogyne incognita*

Natural plant protectant ^{1/} Dilution fold	Hatching rate (%)	J2 Mortality (%)	Natural plant protectant ^{1/} Dilution fold	Hatching rate (%)	J2 Mortality (%)
NPP-A			NPP-E		
10	52.2 ²	12.4	10	30.8	100.0
100	52.4	1.2	100	35.0	97.4
500	55.4	2.0	500	33.0	18.6
1000	56.8	1.4	1000	58.2	14.6
5000	64.0	1.2	5000	65.0	11.2
10000	60.0	1.0	10000	60.2	10.0
NPP-B			NPP-F		
10	22.0	94.2	10	37.0	97.6
100	33.6	26.4	100	33.6	53.4
500	65.8	14.0	500	55.6	16.4
1000	69.6	17.0	1000	55.0	8.2
5000	65.2	8.0	5000	66.2	9.8
10000	65.0	1.6	10000	62.4	11.2
NPP-C			NPP-G		
10	16.8	100.0	10	55.4	2.4
100	41.2	100.0	100	57.8	1.2
500	53.2	46.4	500	64.4	1.8
1000	54.4	11.2	1000	67.4	2.0
5000	65.8	11.6	5000	65.8	1.2
10000	67.0	10.0	10000	66.8	2.0
NPP-D			NPP-H		
10	14.4	100.0	10	15.4	100.0
100	13.6	100.0	100	18.2	100.0
500	20.6	98.8	500	15.6	97.6
1000	27.8	98.4	1000	21.6	94.3
5000	30.6	98.0	5000	22.6	98.5
10000	30.0	100.0	10000	26.4	90.2
			Check (water)	69.6	12.6
			LSD _{0.05}	5.26	0.78

¹ Name of plant protectant is same as the footnote of Table 1.

² Means (n=5) within each column are separated by Fisher's least significant difference ($p=0.05$).

面，黴挫 500 倍稀釋液、黑修羅與嘜出螺 100 倍稀釋液、銹躲 10 倍稀釋液均有顯著殺蟲效果，其中以黑修羅與黴挫 100 倍稀釋液的殺蟲效果達 89.2 % 以上，其餘製劑對根腐線蟲的效果不彰(表一)。

而對根瘤線蟲的試驗結果得知，驚炭號與穩收在 100 倍稀釋下，葵無露、黴挫、銹躲、活力能在 1000 倍稀釋下，黑修羅與嘜出螺在 10000 倍稀釋下，根瘤線蟲卵的孵化率明顯比對照組下降；而對二齡幼蟲的致死率方面，葵無露與穩收於 10 倍稀釋下並無任何殺蟲效果，致死率皆低於 13 %，其餘六種製劑則依有效稀釋倍率分成三級。於 10000 倍稀釋下仍有極佳效果者為 A 級，有黑修羅與嘜出螺兩種，致死率達 90 % 以上；於 500 倍稀釋下的效果雖然不佳，但於 100 倍稀

釋下有極高致死率者為 B 級，有銹躲及黴挫等兩種；於 10 倍稀釋下死亡率極高者為 C 級，有驚炭號及活力能兩種(表二)。

天然植物保護製劑對南方根瘤線蟲之防治效果

由於預備試驗發現天然植物保護製劑的施用濃度太高時，極易導致供試植株產生藥害與死亡，故選擇使用濃度低即有殺線蟲效果的 A 級植物保護製劑—黑修羅及嘜出螺進行溫室試驗。試驗結果顯示，黑修羅與嘜出螺在 10000 倍稀釋下對番茄植株根部的根瘤指數均有明顯降低的效果，其中黑修羅 10 倍稀釋液與嘜出螺的 100 倍稀釋液處理時，其根瘤指數與以化學農藥「歐殺滅」處理者無顯著差異(表三)。另外，在二

種植保製劑處理後的番茄植株根圈土壤中，二齡幼蟲線蟲數都有顯著下降的趨勢，其中土壤經黑修羅 500 倍稀釋液與與嘜出螺 1000 倍稀釋液處理時，其百克土壤之線蟲數目均與以化學農藥「歐殺滅」處理者無顯著差異(表三)。

討 論

測試八種天然植物保護製劑溶液對於植物病原線蟲卵孵化率及二齡幼蟲致死率之影響試驗中，觀察二齡幼蟲致死率是以二齡幼蟲蟲體僵直是否為死亡的標準，惟植物病原線蟲在不適合的環境下常有麻痺的現象產生，經一段時間適應後即可回復活性，為確保實驗的準確性，需分別將線蟲卵及二齡幼蟲移至無菌水中 24 小時，確定卵不再孵化及二齡幼蟲已真正死亡後，才計算線蟲卵孵化率及二齡幼蟲致死率。試驗顯示，八種天然植物保護製劑對南方根瘤線蟲比對南方根腐線蟲的殺蟲效果為佳。其中黑修羅與嘜出螺兩種植保製劑 10000 倍稀釋下對南方根瘤線蟲仍有極佳的殺蟲效果，其致死率達 90 % 以上。而黑修羅⁽³⁾ 與嘜出螺⁽²⁾ 原本分別為防治作物真菌病害及防止福壽螺卵孵

化之植物保護製劑，本研究證實其亦具有防治植物線蟲病害的潛力，特別是為害台灣作物程度最為嚴重的南方根瘤線蟲。

由田間試驗結果亦顯示，在土壤中澆灌稀釋 10000 倍後的黑修羅與嘜出螺水溶液，番茄根部的根瘤指數及每一百公克土壤中二齡幼蟲線蟲數，均與對照組呈明顯差異，即有 90 % 以上的二齡幼蟲致死率及 30 % 以下的卵孵化率，具有良好的防治效果。在適當濃度下，黑修羅與嘜出螺防治南方根瘤線蟲之效果與施用殺線蟲劑「歐殺滅」(Oxamyl) 之效果相同，證明天然植保製劑的使用亦可達到類似使用殺線蟲劑的防治效果。與施用殺線蟲劑相比較，使用由天然植物萃取物調配而成的植保製劑尚有下列優點^(1, 5, 7, 16, 17)：天然植保製劑的使用毒性低，對人體健康無虞且不會造成環境污染；植物病原線蟲對天然植保製劑的使用不會產生抗藥性；對非目標生物 (non-target organisms) 不會造成負面影響；對於植物的生長不會有殘毒問題；與殺線蟲劑相比成本便宜且無施用安全問題。由於大部份天然植物萃取物之主要抑病成份的活性不甚穩定，導致無法長時間保存，增加使用上的困難度，因此適度將植物萃取物配製成可耐貯藏的製劑型態，是導向商品

表三、溫室盆栽試驗施用黑修羅(NPP-D)及嘜出螺(NPP-H)防治南方根瘤線蟲之效果

Table 3. Effect of natural plant protectants NPP-D and NPP-H on controlling *Meloidogyne incognita* in greenhouse experiments

Natural plant protectant ^{1/} Dilution fold	Galling index ²	Top DW ³ (g)	Root DW ³ (g)	Height ³ (cm)	No./100g soil ⁴
NPP-D					
10	0.8 ⁵	5.7	2.2	54.0	4.8
100	1.0	5.6	1.6	55.8	4.4
500	1.4	5.3	1.8	56.6	6.4
1000	1.6	5.2	2.2	60.6	12.8
5000	1.2	5.4	1.0	49.6	12.0
10000	1.2	4.6	1.2	50.8	14.8
NPP-H					
10	0.2	5.4	1.8	53.4	4.2
100	0.8	4.8	1.6	55.8	5.2
500	1.2	5.4	1.2	55.8	7.6
1000	1.0	4.8	1.0	43.0	7.2
5000	1.8	4.8	1.2	48.4	22.4
10000	2.0	3.2	1.2	44.0	34.2
Oxamyl (40 kg/ac.)	0.4	5.6	2.2	57.6	5.0
Check (water)	2.8	5.3	2.2	61.2	55.2
LSD _{0.05}	0.56	0.7	0.56	3.56	3.8

¹ NPP-D: Black Asura (黑修羅); NPP-H: Mai Chu Lo (嘜出螺).

² Galling index (GI) based on a scale from 0 to 4; 0=no infection, 1=1-15% of galled root in whole root, 2=16-30%, 3=31-50%, 4=51-100%.

³ Top DW= Top (above ground part of plant) dry weight (gram), Root DW= root dry weight (gram), Height= plant height (cm).

⁴ No./100g soil= number of nematodes per 100 gram soil.

⁵ Means (n=5) within each column are separated by Fisher's least significant difference ($p=0.05$).

化必需考量的課題。天然植物萃取物的防病原理在於誘導作物產生系統抗病性^(5, 15) 或直接抑制病原菌的生長⁽⁹⁾，至於植物病原線蟲的防治上是否具有誘導抗病性的作用機制，則有賴後續試驗的證明。

植物病原線蟲在台灣許多果樹、花卉及蔬果專業區已成為連作障礙之關鍵性病原，尤以設施園藝作物為最⁽¹⁸⁾。山間田野施用劇毒性殺線蟲劑，對環境生態有莫大之危害，且有農產品殘毒之虞，迄今世界上已商品化之殺線蟲劑估計將於未來十五年內大量被禁用，非農藥防治將是唯一可行之道^(19, 20)。近年來國外已有兩種天然殺線蟲劑 Sincocin 與 DiTera 商品化，Sincocin 為四種植物 (*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm., prickly pear cactus; *Quercus falcate* Michx., southern red oak; *Rhus aromatica* Ait., fragrant sumac; *Rhizophora mangle* L., red mangrove) 組織之抽出混合水溶液⁽⁴⁾，而DiTera則是線蟲寄生真菌 *Myrothecium verrucaria* D. R. Whitaker 菌體發酵之產物 ABG-9008，商品名為 DiTeraTM^(14, 21)，兩者在防治植物線蟲病害方面具良好的效果^(6, 8)。但是台灣氣候高溫多溼，經測試結果顯示 Sincocin 及 DiTera 在稀釋倍數 100 倍以下防治南方根瘤線蟲的效果較為顯著，高倍數稀釋下則無防治效果⁽²³⁾。

本研究發現，以黑修羅與嘜出螺天然植物保護製劑可有效地防治由南方根瘤線蟲所引起的番茄根瘤線蟲病害，未來將經由田間試驗的執行和講習會的宣導與推廣，可以讓農民瞭解天然植物保護製劑防治作物病害的優點，進而大量減少化學農藥的使用量，降低環境化學污染的疑慮，提供消費大眾安全無虞的農產品，以符合政府推行安全農業的施政目標。

謝 辭

感謝國立中興大學植物病理學系植物線蟲實驗室王心瑜先生協助試驗進行，謹致謝忱。本研究復承行政院農委會動植物防疫檢疫局 94 年科技計畫「94 農科-13.2.1-檢-B6 (1)」、95 年科技計畫「95 農科-13.2.1-檢-B9」及國科會計畫「NSC 96-2313-B-055-004-MY3」經費補助，特申謝忱。

引用文獻 (LITERATURE CITED)

- Bharathi, M. 1999. Effect of plant extract and chemical inhibitors on cucumber mosaic virus of brinjal. *J. Myco. Plant Pathol.* 29: 57-60.
- Bilgrami, A. L. 1997. Nematode biopesticides. Aligarh Muslim University, India. 228 pp.
- Chen, C. H., and Hsieh, T. F. 2008. The antifungal activity and disease control efficiency of natural plant protectant, Back Asura. *Plant Pathol. Bull.* 17: 74 (Abstract in Chinese)
- Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40: 221-249.
- Daayf, F., Schmitt, A., and Belanger, R. R. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Dis.* 79: 577-580.
- Farahat, A. A., Osman, A. A., El-Nagar, H. I., and Hendy, H. H. 1993. Evaluation of Margosan and Sincocin as biocides of the reinform nematode infecting sunflower. *Bull. Fac. Agric. Univ. Cairo.* 44: 191-204.
- Foughtk, L., and Kuc, J. A. 1996. lack of specificity in plant extracts and chemicals as inducers of systemic resistance in cucumber plants to anthracnose. *J. Phytopathol.* 144: 1-6.
- Grau, P. A., Hopkins, R., Radewald, J. D., and Warrior, P. 1996. Efficacy of DiTera biological nematicide for root-knot nematode suppression on carrot. *Nematropica* 26: 268. (Abstract)
- Hsieh, T. F., Huang, J. H., Hsieh, L. J., Hu, M. F., and Ko, W. H. 2005. Antifungal effect of plant extracts on phytopathogenic fungi. *Plant Pathol. Bull.* 14 : 59-66. (in Chinese with English abstract)
- Hsieh, T. F., Yen, C. C., Hsieh, L. J., Lee, K. C., and Hu, M. F. 2004. Effect of plant extracts from medicinal herbs on control of anthracnose of Chinese cabbage caused by *Colletotrichum higginsianum*. *Plant Pathol. Bull.* 13: 345. (Abstract in Chinese)
- Huang, J. W. 1992. Integrated management of vegetable seedling pests with a formulated plant nutrition. *Plant Prot. Bull.* 34:54-63.
- Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. *J. Phytopathol.* 151: 144-148.
- Lin, C. Y., Ann, P. J., Chang, C. A., Lo, C. T., and Hsieh, T. F. 2004. Non-chemical Control of Plant Diseases. (2nd ed.). Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Republic of China. Taichung, Taiwan. 20 pp. (in Chinese)
- Marin, D. H., Barker, K. R., and Sutton, T. B. 2000. Efficacy of ABG-9008 on burrowing nematode (*Radopholis similis*) on bananas. *Nematropica* 30: 1-8.
- Paul, P. K., and Sharma, P. D. 2002. *Azadirachta indica* leaf extract induce resistance in barley against leaf stripe disease. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 61:3-13.
- Regnault-Roger, C., Philogene, B., and Vincent, C.

2005. *Biopesticides of Plant Origin*. Intercept Ltd, U. K. 313 pp.
17. Shih, H. D., Hsieh, T. F., and Huang, J. W. 2006. The research and application of biological plant protectant in Taiwan. Pages 157-169 *in*: Proceedings of the Symposium on New Techniques for Control of Plant Diseases in Safe Agricultural System. Hsieh, T. F., Chang, C. A., Ann, P. J., and Lin, C. Y. eds. Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, and Taiwan Phytopathological Society. Taichung, Taiwan.
18. Tsay T. T. 1996. Occurrence and control strategies of crop soil sickness due to plant parasitic nematodes. *Plant Pathol. Bull.* 5:113-128. (in Chinese with English abstract)
19. Tsay, T. T. 1999. Chemical control of plant-parasitic nematodes. *Plant Pathol. Bull.* 8:41-50. (in Chinese with English abstract)
20. Tsay, T. T. 2006. Biological control of plant parasitic nematodes with *Streptomyces saraceticus* and LTM. Pages 171-187 *in*: Proceedings of the Symposium on New Techniques for Control of Plant Diseases in Safe Agricultural System. Hsieh, T. F., Chang, C. A., Ann, P. J., and Lin, C. Y. eds. Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, and Taiwan Phytopathological Society. Taichung, Taiwan.
21. Warrior, P., Rehberger, L. A., and Grau, P. A. 1995. ABG-9008- a new biological nematicide composition. *J. Nematol.* 27: 524-525.
22. Wu, D. C., Yu, J. Z., Chen, B. H., Lin, C. Y., and Ko, W. H. 2004. Inhibition of egg hatching with apple wax solvent as a novel method for controlling golden apple snail (*Pomacea canaliculata*). *Crop Prot.* 24: 483-486.
23. Yen, J. H., Wang, H. Y., Chen, D. Y., Tsai, S. J., and Tsay, T. T. 2005. Efficacy of Sincocin and DiTera for controlling of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Plant Pathol. Bull.* 14: 275-278. (in Chinese with English abstract)

ABSTRACT

Yen, J. H.¹, Chen, D. Y.², Chung, W. C.³, Tsay, T. T.⁴, and Hsieh, T. F.^{5,6} 2008. Effect of natural plant protectants on controlling plant-parasitic nematode disease. *Plant Pathol. Bull.* 17: 169-176. (¹ Agricultural Extension Center, National Chung-Hsing University, Taichung; ² Plant Pathology Division, Agricultural Research Institute, COA, Wufeng, Taichung; ³ Propagation Technology Division, Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, COA, Shin-Shou, Taichung; ⁴ Department of Plant Pathology, National Chung-Hsing University, Taichung; ⁵ Floriculture Research Center, Agricultural Research Institutes, COA, Ku-Keng, Yun-Lin; ⁶ Corresponding author, E-mail: tfhsieh@wufeng.tari.gov.tw; Fax: +886-5-582-0835)

Plant diseases caused by parasitic nematodes are widespread in Taiwan. The most destructive species is *Meloidogyne incognita*, root-knot nematode, which causes serious problems in crop production. Current management of root-knot nematode primarily relies on application of nematicides. However, chemicals create a potential hazard to the environment and human health; alternatives to nematicides are highly desirable. Based on the results from in vitro tests, two natural plant protectants, NPP-D (formulated from cinnamon oil) and NPP-H (formulated from morpholine), were selected from greenhouse experiments. The effect of two natural plant protectants on the population of root-knot nematode in laboratory and greenhouse has evaluated. The results showed that NPP-D and NPP-H, applied at the rate of 10000 X, reduced the galling index on tomato roots, as well as the population density of root-knot nematode significantly ($P < 0.05$) compared to untreated control.

Keywords: plant extract, natural plant protectant, *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus coffeae*, control