

# 施用十種肥料對土壤酸鹼度及南方根瘤線蟲 侵入和發育之影響

邱建忠<sup>1</sup>、蔡東纂<sup>1</sup>、陳珮臻<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 台中市國光路 250 號 國立中興大學植物病理學系

<sup>2</sup> 聯絡作者，電子郵件：janetchen@nchu.edu.tw

接受日期：中華民國 101 年 2 月 6 日

## 摘要

邱建忠、蔡東纂、陳珮臻. 2012. 施用十種肥料對土壤酸鹼度及南方根瘤線蟲侵入和發育之影響. 植病會刊 21: 21-27.

本研究探討施用不同濃度之十種肥料對土壤酸鹼度及南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 侵入感染薤菜、根瘤發育之影響。供試土壤的原本 pH 值為 8.03，鈣肥 (calcium carbonate) 四種濃度施用之後皆使土壤的 pH 值上升，氮肥 (urea) 則是施用 0.5%、1% 及 10% 時 pH 值上升；其餘的八種肥料施用四種濃度皆會使土壤的 pH 值下降。實驗結果顯示，土中無寄主的狀態下，將十種供試肥料施用於含根瘤二齡幼蟲的土中一星期後，可以成功降低土中線蟲族群，寄主植物在三個月後觀察，其根系健康、無結瘤情形。但施用 10% 肥料的處理中，僅有施用鈣肥及魚渣的處理植物存活下來，而施用高於 0.1% 氮肥尿素的植物也都全數死亡。若是在移植寄主的同時接種線蟲及施用肥料，一個月後觀察處理植株根系結瘤情形，在施用 0.1% 濃度下，只有尿素可以顯著降低薤菜根系結瘤數目；施用 0.5% 化學肥料的氯化鉀、硫酸鎂，有機肥料的油菜粕及魚渣；1% 的油菜粕及 10% 的磷酸鈣及蓖麻粕亦可顯著降低薤菜根瘤數。持續觀察同時施肥及接種線蟲的試驗至第三個月，發現僅剩施用 0.5% 的蓖麻粕及油菜粕處理，其薤菜根系結瘤數比對照組有顯著較少。若在土中先施肥，一週後才移植薤菜，再隔一週接種線蟲；此種處理方式後一個月觀察薤菜根系結瘤情形，發現多數肥料處理均可顯著降低根系結瘤數量，除了氯化鉀，因植株在高濃度處理組已死亡；但三個月後，許多處理組植株皆死亡，也僅剩 0.5% 黃豆粕及 1% 蓖麻粕處理仍呈現結瘤數較對照組少的情形，許多植株未死亡處理組的結瘤數，在 0.1% 及 0.5% 濃度下反而顯著高於對照組。肥料溶解後形成高張溶液，因滲透壓對線蟲造成傷害的機制可能為組織的不可逆脫水反應，加上肥料分解可能產生分解熱，都可能造成線蟲死亡，故推薦在土中已感染線蟲的情形下，以基肥方式將肥料拌入病土中，應能抑制土壤南方根瘤線蟲之族群量。

關鍵詞：化學肥料、結瘤數目、薤菜、南方根瘤線蟲、有機肥料

## 緒言

近年來，農業產業結構改變，專業區及設施園藝紛紛成立，且朝高經濟產值之園藝事業發展，但卻往往忽略耕作管理方式而引發線蟲之連作障害問題，而根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) 即為本省花卉、根莖作物、蔬菜及多

種果樹中重要的病原線蟲之一<sup>(24, 28)</sup>。

以肥料及土壤添加物之施用可做為防治之標的；Castaner 氏於 1963 年發現在未施用氮:磷:鉀 (N-P-K) 肥料處理之玉米盆鉢試驗中螺旋線蟲 (*Helicotylenchus pseudorobustus*) 較有施用肥料處理者線蟲族群量高<sup>(2)</sup>。1976 年，Mojtahedi 等人發現溫室中施用產氨肥料能抑制

土壤中環紋線蟲 (*Criconemoides xenoplax*) 之族群量<sup>(12)</sup>。根據 Oteifa 在 1952 年的報告中指出，土壤添加肥料能促進植物根系的生長，藉以克服線蟲所引起的傷害，雖然肥料的施用可能造成線蟲族群量的增加，但許多植株隨著生長亦會產生抗性<sup>(14)</sup>。

Stirling 於 1991<sup>(22)</sup>年提出添加物對線蟲作用的原因有四；其一為改善土壤結構及肥份；因為有機添加物的來源大都是植物殘體、動物糞尿或農工廢棄物等，這類物質普遍含有高量氮、磷、鉀三要素及其他必須元素，可以提供植株所需大部分養分且增加植物的抗病性及成株抗性，以抵抗線蟲侵入，此外有機質尚可吸附鐵、銅、鎂、鋅等元素使養分不至於大量流失，並且與土壤混合改善土壤通氣性、質地、增加土壤含水量。其次為改變植物抗線蟲等級；添加物中若含高量酚類物質可以改變植株根部對線蟲的誘引力，藉以降低線蟲侵入植株的機會<sup>(1)</sup>；同時酚類物質存在於植物組織中並可提高對線蟲的抗性<sup>(3)</sup>。一些有機添加物原本就含有對線蟲產生抑制效果的物質，一旦將添加物施用至田間，這類物質被釋出即可對線蟲產生毒殺作用，如土壤中添加蓖麻子可防治根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 及根腐線蟲 (*Pratylenchus alleni*)<sup>(4)</sup>。此外，土壤中含有尿素、亞硝酸鹽、硫化氫、有機酸及相當濃度的酚類物質或單寧等均可直接毒殺線蟲，影響孵化率或降低幼蟲游動性<sup>(1, 10, 11, 20)</sup>。最後為刺激線蟲拮抗微生物的生長；適當的添加有機物可促進天敵的增殖，並增加拮抗微生物的種類。對線蟲具有寄生能力的真菌，如 *Fusarium oxysporium*、*Verticillium chlamydisporium*、*Paecilomyces lilacinus* 及 *Gliocladium roseum*<sup>(9, 13)</sup>，添加有機物質後佔據基質的速率及空間增大，增加對卵或線蟲的寄生機率。

因此，本研究將探討施用十種肥料，包括化學肥及有機肥，4 種濃度處理對土壤酸鹼度及南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 侵入感染蕹菜、根瘤發育之影響，實驗結果將有助於未來研擬策略進行非農藥之病害防治之用。

## 材料與方法

### 供試線蟲、植株、肥料及土壤

由蕹菜植株根部分離之根瘤線蟲，依 1987 年 Jepson 的方法經鑑定為南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949)。將罹病根部土壤洗淨挑取線蟲單一卵塊，將孵化的第二齡幼蟲接種至蕹菜 (*Ipomoea reptans* Poir.；尖蕹品種)，並培養於溫室中，此純系線蟲將做為

以下各試驗之接種源。本試驗寄主皆使用蕹菜，將種子播種於含有泥炭土之黑色塑膠育苗穴植盤中，等長到兩片真葉大，清洗根部泥炭土，移植至直徑 12 cm 的盆鉢，內裝 500 g 蒸氣消毒過之栽培土，每一盆鉢移植一棵蕹菜幼苗，每日早晚澆水維持植物良好生長，做為供試植物。供試肥料則分為化學肥料及有機肥料兩種：化學肥包括氮肥：尿素 (urea, 含 46% N)、磷肥：過磷酸鈣 (calcium superphosphate, 含 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、鉀肥：氯化鉀 (potassium chloride, 含 60% K<sub>2</sub>O)、鎂肥：硫酸鎂 (magnesium sulphate, 含 30-40% MgO) 及鈣肥：碳酸鈣 (calcium carbonate, 40% Ca) 共五種，以上肥料皆購自台灣肥料公司 (台北, 台灣)。有機肥包括蓖麻粕 (castor pomace)、菜籽粕 (rapeseed meal)、黃豆粉 (soybeans meal)、海藻粉 (marine algae powder)，購自福壽實業股份有限公司 (台中, 台灣) 及魚渣 (fish meal)，購自頤和有限公司 (高雄, 台灣) 共五種。供試土則取用霧峰北溝農場之砂壤土，再與河砂混合，混合比例為砂壤土：河砂 = 1：3，再經高溫高壓滅菌器 (autoclave) 15 lb、121°C、1 hr 消毒後備用。

### 肥料對土壤酸鹼度之影響

將肥料與土壤充分混合，混合濃度為 0.1%、0.5%、1.0% 及 10% (w/w)，分別取不同濃度肥料混合之土壤 20 g 與蒸餾水 20 ml 混合，靜置 2 hr 後，測定土壤之酸鹼度。

表一、十種肥料施用不同濃度至供試土壤後其酸鹼度  
Table 1. The pH values of the tested soils after mixing with different fertilizers at different concentrations

Fertilizers	0.1%	0.5%	1.0%	10%
<b>Chemical fertilizers</b>				
Urea	7.98	8.21	8.39	8.68
Calcium superphosphate	6.92	6.29	5.75	3.50
Potassium chloride	7.83	7.45	7.34	7.34
Magnesium sulphate	7.81	7.60	7.63	7.57
Calcium carbonate	8.36	8.33	8.31	8.58
<b>Organic fertilizers</b>				
Castor pomace	7.81	7.58	6.58	5.79
Rapeseed meal	7.77	7.44	7.12	6.01
Soybeans meal	7.93	7.63	7.30	6.59
Marine algae powder	7.98	7.73	7.55	6.07
Fish meal	7.97	7.82	7.79	7.38

<sup>1</sup> The pH value of the original tested soil was 8.03.

## 不同肥料濃度與施用時間對南方根瘤線蟲族群之影響

肥料施用濃度分別為 0.1%、0.5%、1.0% 及 10% (w/w) 於盆鉢的 500 g 消毒土中，分 3 種不同時間點施用方法如下：處理 I：先將前述 4 種不同濃度之肥料分別與含南方根瘤線蟲 (4 J<sub>2</sub>/g soil) 之土壤混合一週後，再將 5 片真葉大之蕹菜幼苗種入土中。處理 II：於移植蕹菜幼苗至盆鉢中時，接種南方根瘤線蟲 (3 J<sub>2</sub>/g soil)，並施用四種不同濃度肥料。處理 III：先將 500 g 乾淨消毒之砂質壤土分別混拌不同濃度肥料，1 wk 後再種植蕹菜，又隔 1 wk 後接種南方根瘤線蟲第二齡幼蟲 (1 J<sub>2</sub>/g soil)。前述處理皆於完成寄主移植或線蟲接種後每隔 1 mo 觀察紀錄蕹菜根系根瘤數目，共觀察 3 mo，每處理 3 重複，本試驗共重複兩次。

表二、施用 0.1%、0.5%、1.0%、10% 4 個濃度肥料於接種南方根瘤線蟲之盆鉢中 1 wk，然後種植蕹菜 3 mo 後其根系結瘤數目

Table 2. The root galling numbers of 3-month water spinach planted in pots containing soil mixed with *Meloidogyne incognita* J<sub>2</sub> and different fertilizers at 0.1%, 0.5%, 1.0% or 10% concentration for one week

Fertilizers	0.1%	0.5%	1.0%	10%
Urea	0.00	- <sup>1</sup>	-	-
Calcium superphosphate	0.00	0.00	0.00	-
Potassium chloride	0.00	0.00	0.00	-
Magnesium sulphate	0.00	0.00	0.00	-
Calcium carbonate	0.00	0.00	0.00	0.00
Castor pomace	0.00	0.00	0.00	-
Rapeseed meal	0.00	0.00	0.00	-
Soybeans meal	0.00	0.00	0.00	-
Marine algae powder	0.00	0.00	0.00	-
Fish meal	0.00	0.00	0.00	0.00
Check	253.17	253.17	253.17	253.17

<sup>1</sup> “-” means the data was not available because plants were dead.

## 結 果

### 肥料對土壤酸鹼度之影響

供試土壤的原本 pH 值為 8.03，施用 10 種不同濃度的肥料之後，所測得的酸鹼度列於表一。化學肥中鈣肥 (calcium carbonate) 4 種濃度施用之後皆使土壤的 pH 值上升，氮肥 (urea) 則是施用 0.5%、1% 及 10% 時 pH 值上升；其餘的 8 種肥料施用 4 種濃度皆會使土壤的 pH 值

下降。其中磷肥 (calcium superphosphate) 施用 10% 時，使土壤酸鹼度下降最劇烈，pH 值僅有 3.5。5 種有機肥料中，蓖麻粕 (castor pomace) 使土壤酸鹼度下降較多，施用 1% 時下降至 pH 值 6.58；施用 10% 則降至 5.79 (表一)。

若是在移植寄主的同時接種線蟲及施用肥料 (處理 II)，1mo 後觀察處理植株根系結瘤情形，在施用 0.1% 濃度下，只有尿素可以顯著降低蕹菜根系結瘤數目 (表三)；施用 0.5% 化學肥料的氯化鉀、硫酸鎂，有機肥料的油菜粕及魚渣；1% 的油菜粕及 10% 的磷酸鈣及蓖麻粕亦可顯著降低蕹菜根瘤數 (表三)。持續觀察本試驗至第三個月，發現僅剩施用 0.5% 的蓖麻粕及油菜粕處理，其蕹菜根系結瘤數比對照組有顯著較少 (表四)。而 10% 的磷酸鈣及蓖麻粕處理植株均已死亡，無法追蹤其根瘤數 (表四)。

表三、十種肥料以 0.1%、0.5%、1.0%、10% 4 個濃度施用於蕹菜上並同時接種南方根瘤線蟲，1 mo 後其根系結瘤的數目

Table 3. The root galling numbers of 1-month water spinach in pots with different fertilizers at 0.1%, 0.5%, 1.0% or 10% concentration and *Meloidogyne incognita* J<sub>2</sub> added immediately after the transplant of water spinach

Fertilizers	0.1%	0.5%	1.0%	10%
Urea	55.33 <sup>*1</sup>	- <sup>2</sup>	-	-
Calcium superphosphate	173.75	195.62	96.03*	5.83*
Potassium chloride	116.31	59.27*	86.73*	-
Magnesium sulphate	235.14	114.39	68.63*	-
Calcium carbonate	147.38	274.51	168.66	227.59
Castor pomace	223.84	190.20	264.27	22.06*
Rapeseed meal	70.85*	128.76*	14.24*	-
Soybeans meal	213.21	268.23	96.66*	-
Marine algae powder	259.76	269.23	105.96*	77.64*
Fish meal	125.81	118.12*	112.58*	177.93
Check	184.23	184.23	184.23	184.23

<sup>1</sup> “\*” means data was significantly less than the check by Student's t-test at  $\alpha=0.05$ .

<sup>2</sup> “-” means the data was not available because plants were dead.

### 不同肥料濃度與施用時間對南方根瘤線蟲族群之影響

三種不同施用肥料的時間點中，本研究結果顯示：處理 I 土中無寄主的狀態下，將 10 種供試肥料施用於含根瘤二齡幼蟲的土中 1 wk 後，可以成功降低土中線蟲族群，寄主蕹菜在 3 mo 後觀察，其根系健康、無結瘤情形

(表二)。但施用 10% 肥料的處理中，僅有施用鈣肥及魚渣的處理植物存活下來，而施用高於 0.1% 氮肥尿素的植物也都全數死亡 (表二)。

第三種施用肥料的時間點，是在土中施肥，1 wk 後才移植薺菜，再隔 1 wk 接種線蟲。此種處理方式後 1 mo 觀察薺菜根系結瘤情形，發現多數肥料處理均可顯著降低根系結瘤數量，除了氯化鉀，因植株在高濃度處理組已死亡；而魚渣處理是最低濃度 0.5% 才有顯著效果 (表五)，與其他肥料情形不一致。觀察 3 mo 後，許多處理組植株皆死亡，而僅剩 0.5% 黃豆粕及 1% 蓖麻粕處理仍呈現結瘤數較對照組少的情形 (表五)。有許多處理組的結瘤數，在 0.1% 及 0.5% 濃度下反而顯著高於對照組。

表四、十種肥料以 0.1%、0.5%、1.0%、10% 4 個濃度施用於薺菜上並同時接種南方根瘤線蟲，3 mo 後其根系結瘤的數目

Table 4. The root galling numbers of 3-month water spinach in pots with different fertilizers at 0.1%, 0.5%, 1.0% or 10% concentration and *Meloidogyne incognita* J<sub>2</sub> added immediately after the transplant of water spinach

Fertilizers	0.1%	0.5%	1.0%	10%
Urea	272.07	- <sup>1</sup>	-	-
Calcium superphosphate	284.23	224.18	249.90	-
Potassium chloride	271.93	-	-	-
Magnesium sulphate	274.52	246.72	271.06	-
Calcium carbonate	261.77	231.24	198.45	230.25
Castor pomace	224.68	103.91 <sup>*2)</sup>	193.54	-
Rapeseed meal	224.88	76.32 <sup>*</sup>	196.85	-
Soybeans meal	228.95	247.82	222.11	-
Marine algae powder	216.39	252.87	235.08	-
Fish meal	219.48	218.63	245.82	235.15
Check	253.17	253.17	253.17	253.17

<sup>1</sup> “-” means the data was not available because plants were dead.

<sup>2</sup> “\*” means data was significantly less than the check treatment ( $p \leq 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

## 討 論

測試混入肥料的土壤酸鹼值可以發現，化學肥料造成土壤酸鹼值改變較有機肥大。且試驗中觀察植株生長也發現尿素、鉀肥在施用濃度為 0.5% 時，3 mo 後供試植株皆

表五、十種肥料以 0.1%、0.5%、1.0%、10% 4 個濃度先施用於盆鉢中，再分別於一週與兩週後移植薺菜及接種南方根瘤線蟲，待一個月後薺菜根系結瘤的數目

Table 5. Different fertilizers with 0.1%, 0.5%, 1.0% or 10% concentration were applied to the pot soil, one week later the water spinach was transplanted and another week later the plants were inoculated with *Meloidogyne incognita* J<sub>2</sub>, and the treatments were incubated for one month before recording the galling numbers

Fertilizers	0.1%	0.5%	1.0%	10%
Urea	184.01	6.40 <sup>*1</sup>	15.81 <sup>*</sup>	-
Calcium superphosphate	182.52	189.05	47.45 <sup>*</sup>	1.82 <sup>*</sup>
Potassium chloride	167.75	- <sup>2</sup>	-	-
Magnesium sulphate	187.37	109.58 <sup>*</sup>	-	-
Calcium carbonate	203.26	102.37 <sup>*</sup>	143.68	327.88
Castor pomace	138.71	83.13 <sup>*</sup>	15.75 <sup>*</sup>	-
Rapeseed meal	398.77	75.02 <sup>*</sup>	66.50 <sup>*</sup>	-
Soybeans meal	194.86	86.43 <sup>*</sup>	16.69 <sup>*</sup>	-
Marine algae powder	120.25	84.20 <sup>*</sup>	71.65 <sup>*</sup>	3.22 <sup>*</sup>
Fish meal	85.94 <sup>*1)</sup>	210.71	164.06	115.19
Check	184.23	184.23	184.23	184.23

<sup>1</sup> “\*” means data was significantly less than the check treatment ( $p \leq 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test. <sup>2</sup> “-” means the data was not available because plants were dead.

已死亡。但有機肥處理，僅在肥料濃度高達 10% 時，植株於第三個月才全數死亡，其中不包括魚渣處理 (表四、六)。化學肥料因為分解快速，所以對植株的影響是立即性的，肥料與植株接觸的時間點無論是植株移植時施用或事先施肥 1 wk 後再移植，植株死亡僅和施用濃度有相關性。而有機肥除了施用濃度太高可能造成植株死亡外，由表三及表四發現，若是在移植時施用有機肥，植株死亡會到第三個月才顯現，表示有機肥分解較慢，但過量施用植株最終還是會死亡。

試驗所施用品化學肥料中以尿素對根瘤形成之抑制效果最好，根據 Rush 和 Lyda (1982)<sup>(19)</sup> 的報告，氨對生物的毒性在於其會破壞細胞膜及高 pH 值，自由態的氨離子能進出細胞膜並改變胞內的酸鹼值。科學家亦證實植物施用 NH<sub>4</sub>-N 能降低南方根瘤線蟲對菜豆的傷害<sup>(15)</sup>，但在本試驗中，若施用的濃度超過 0.5% 則 3 mo 後植株均會死亡 (表二至表六)。施用磷肥一般可促進植物生長，亦提供

線蟲取食點的增加，導致線蟲族群增加，Kirkpatrick (1964)<sup>(7)</sup>指出增加磷肥會造成酸櫻桃樹根圈之 *Xiphinema americanum* 之族群量上升。鉀肥與磷肥一樣會促進根系生長，進而增加線蟲取食點導致線蟲族群量上升<sup>(14, 16, 21, 29)</sup>。但根據結果發現，植株對高濃度鉀肥不耐，施用初期可以看見根系結瘤量較少(表三)，但 3 mo 時，施用 0.5% 以上的濃度則供試植株皆死亡。Hollis 和 Rodriguez-Kabana (1966)<sup>(5)</sup>證實若土壤施用過量的鎂肥，特別是在低 pH 值的狀況下會對植物產生毒害，本實驗植株若施用鎂肥濃度達 10%，植物均相繼死亡(表二至六)。Robert 和 Donald (1970)<sup>(18)</sup>發現在較高鈣離子濃度的環境中，*Ditylenchus dipsaci* 繁殖率較低，Kincaid 等人 (1970)<sup>(6)</sup>也指出土壤中施用 CaO 會影響根瘤形成，而 Van Gundy 和 Martin (1961)<sup>(26)</sup>發現施用過量的 CaCO<sub>3</sub> 會抑制土壤中柑桔線蟲 (*Tylenchulus semipenetrans*) 的生長；但本實驗結果則發施用碳酸鈣僅對土壤酸鹼值有較大影響(表一)。施用有機肥料對線蟲之間接影響較直接影響大，因為當早期肥料在分解的同時能促進土壤中其他微生物的活性，如捕捉性真菌 (predaceous fungi)，並導致土壤中 CO<sub>2</sub> 的累積，因此能降低土壤線蟲之卵孵化及移動性<sup>(23)</sup>，Van der Laan<sup>(25)</sup>發現土壤添加有機肥料能阻礙黃金包囊線蟲 (*Globodera* spp.) 在根系中的生長，降低線蟲密度，且可能增加植物的抵抗力。試驗中所選用的土壤有機肥料油粕類的蓖麻粕及菜籽粕對根瘤之形成具抑制作用，Ritzinger 和 McSorley (1998)<sup>(17)</sup>的報告中發現土壤施用蓖麻肥料能降低根瘤之發生；菜籽粕之根瘤抑制機制應為所含之硫配糖體 (Glucosinolates) 所致，其轉化之異硫氰酸鹽會對線蟲具毒害作用<sup>(8)</sup>。

實驗中的 3 種不同施肥時間處理為考慮田間可能發生的情形，處理 I 即模擬於病土中，肥料做為基肥處理，先將肥料與土壤混拌，觀察其對存在土壤中線蟲的影響；處理 II 則是模擬於病土中，肥料當做追肥處理，觀察追肥對線蟲侵入、感染及發育的影響；處理 III 則代表於乾淨未受南方根瘤線蟲感染之土壤中，將肥料做為基肥方式施用，觀察已存在的肥料對後來線蟲族群的影響。試驗證明，一般的肥料施用濃度對線蟲是不具毒殺性的，若是線蟲已經先行侵入或有機會侵入寄主，肥料皆無法發揮任何降低線蟲族群的效果；植物反會因為肥料提供的養分得到代償而形成更強壯的根系，提供了絕對寄生的根瘤線蟲更多的養分。但試驗結果也顯示將線蟲與肥料先行混拌，一週後再移植蔬菜，是最佳的施用時間點，發現蔬菜根系上

沒有任何根瘤形成(表二)，其原因可能是肥料溶解後形成高張溶液，造成土中滲透壓升高，因此對線蟲造成致死的效果。線蟲種類的不同對高滲透壓的忍耐力也跟著不同。Viglierchio (1969)<sup>(27)</sup>利用尿素及氯化鈉所形成的高張溶液對六種線蟲進行忍受力的測試發現，忍耐力依低至高排列為腐生線蟲 (*Rhabditis* spp.)、根腐線蟲 (*Pratylenchus vulnus*)、鞘線蟲 (*Hemicycliophora arenaria*)、柑桔線蟲 (*Tylenchulus semipenetrans*)、北方根瘤線蟲 (*Meloidogyne hapla*) 及莖線蟲 (*Ditylenchus dipsaci*)，他推測滲透壓對線蟲造成傷害的機制可能為組織的不可逆脫水反應、溶液中化學物質的毒害作用、及高張溶液水中的過量吸收造成蟲體爆裂。肥料分解所產生之分解熱，造成溫度升高而造成線蟲死亡。故我們推薦在土中已感染線蟲的情形下，以基肥方式將不低於 0.1% 的肥料拌入病土中，應可以有效抑制土壤南方根瘤線蟲之族群量。

## 引用文獻 (LITERATURE CITED)

1. Alam, M. M., Siddiqui, S. A., and Khan, A. M. 1977. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic amendments to soil. III. Role of phenols and amino acids in host roots. *Indian J. Nematol.* 7: 21-31.
2. Castaner, D. 1963. Nematode populations in corn plots receiving different soil amendments. *Proc. Iowa. Acad. Sci.* 70: 107-113.
3. Giebel, J. 1974. Biochemical mechanisms of plant resistance in nematodes: a review. *J. Nematol.* 6: 175-184.
4. Hackney, R. W., and Dickerson, O. J. 1975. Marigold, castor bean and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. *J. Nematol.* 7: 84-90.
5. Hollis, J. P., and Rodriguez-Kabana, R. 1966. Rapid kill of nematodes in flooded soil. *Phytopathology* 56: 1015-1019.
6. Kincaid, R. R., Martin, F. G., Gammon, N., Breland, H. L., and Pritchett, W. L. 1970. Multiple regression of tobacco black shank, root knot and coarse root indexes on soil pH, potassium, calcium and magnesium. *Phytopathology* 60: 1513-1516.

7. Kirkpatrick, J. D., Mai, W. F., Parker, K. G., and Fisher, E. G. 1964. Effect of phosphorus and potassium nutrition of sour cherry on the soil population levels of five plant parasitic nematodes. *Phytopathology* 54: 706-712.
8. Larsen, P. O. 1981. Glucosinolates. Pages 501-525. *in*: The biochemistry of plants, a comprehensive treatise vol. 7. Stumpf P. K., and Conn, E. E. eds. Academic Press. New York. 798 pp.
9. Lysek, H. 1966. Study of biology of geohelminths. I. The importance of some soil microorganism for the viability of geohelminth eggs in the soil. *Acta Univ. Palacki Olomuc.* 40: 83-90.
10. Mian, I. H., and Rodriguez-Kabana, R. 1982. Soil amendments with oil cakes and chicken litter for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12: 205-220.
11. Mian, I. H., and Rodriguez-Kabana, R. 1982. Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12: 221-234.
12. Mojtahedi, H., and Lownsbery, B. F. 1976. The effects of ammonia-generating fertilizer on *Criconeoides xenoplax* in pot cultures. *J. Nematol.* 8: 306-309.
13. Nickle, W. R. 1991. Manual of agriculture nematology. Marcel Dekker, Inc. New York. 646 pp.
14. Oteifa, B. A. 1952. Potassium nutrition of the host in relation to infection by a root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Proc. Helim. Soc. Wash.* 19: 89-104.
15. Oteifa, B. A. 1955. Nitrogen source of the host nutrition in relation to infection by a root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Plant Dis. Rep.* 39: 902-903.
16. Oteifa, B. A., and Diab, K. A. 1961. Significance of potassium fertilization in nematode infested cotton fields. *Plant Dis. Rep.* 45: 932.
17. Ritzinger, C. H., and McSorley, R. 1998. Effect of castor and velvetbean organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. *J Nematol.* 30: 624-31.
18. Rober, T. S., and Donald, H. 1970. Calcium nutrition and resistance of alfalfa to *Ditylenchus dipsaci*. *J. Nematol.* 2: 316-323.
19. Rush, C. M., and Lyda, S. D. 1982. Effects of anhydrous ammonia on mycelium and sclerotia of *Phymatotricum omnivorum*. *Phytopathology* 72: 1085-1089.
20. Sitaramainh, K., and Singh, R. S. 1978. Effect of organic amendment on phenolic content of soil and plant response of *Meloidogyne javanica* and its host to related compounds. *Plant and soil* 50: 671-679.
21. Spiegel, Y., Cohn, E., Kafkafi, U., and Sulami, M. 1982. Influence of potassium and nitrogen fertilization on parasitism by the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *J. Nematol.* 14: 530-535.
22. Stirling, G. R. 1991. Biological control of plant-parasitic nematodes: Progress, problems and prospects. CAB International, Wallingford, UK. 275 pp.
23. Sveshnikova, N. M. 1981. Fundamentals of nematode control. Pages 91-96. *in*: Plant nematodes and their control (Phytonematology). Decker H. ed. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi. 540 pp.
24. Tsay, T. T., and Cheng, Y. H. 1994. The plant parasitic nematode disease problems in Taiwan floral industry. In Proceedings of Taiwan Symposium of Floral diseases. 225-242 pp. (in Chinese)
25. Van der Laan, P. A. 1956. Onderzoekingen over schimmels, die parasiteren op de cyste-inhoud van het aardappelcystenaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenw.). *Tijdschr. Pl. Ziekten* 62: 305-321.
26. Van Gundy, S. D., and Martin, J. P. 1961. Influence of *Tylenchulus semipenetrans* on the growth and chemical composition of sweet orange seedlings in soil of various exchangeable cation ratio. *Phytopathology* 51: 146-151.
27. Viglierchio, D. R., Croli, N. A., and Gortz, J. H. 1969. The physiological response of nematodes to osmotic stress and an osmotic treatment for separating nematodes. *Nematologica* 15: 15-21.
28. Wang, K. C. 1989. Root-knot nematode disease of Taiwan. Proceedings of a Symposium of Plant Nematode Diseases Controls. 1-14 pp. (in Chinese)
29. Willis, C. B. 1976. Effects of potassium fertilization and *Pratylenchus penetrans* on yield and potassium content of red clover and alfalfa. *J. Nematol.* 8: 116-121.

## ABSTRACT

Chiu, C. C.<sup>1</sup>, Tsay, T. T.<sup>1</sup>, and Chen, P.<sup>1,2</sup> 2012. The effect of ten fertilizers on the soil pH and the penetration and development of *Meloidogyne incognita*. Plant Pathol. Bull. 21: 21-27. (<sup>1</sup> Dept. of Plant Pathology, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.; <sup>2</sup> Corresponding author, E-mail: janetchen@nchu.edu.tw)

The fertilizers at four different concentrations were added into soils, and the pH value of the soils and the galling numbers of the water spinach (*Ipomoea reptans* Poir.) hosts were monitored. The tested soil was pH 8.03, but when calcium carbonate and 0.5%, 1% or 10% urea was added, the soil pH was increased. However, other 8 fertilizers lowered the soil pH value when added at different concentrations. When the tested fertilizers were mixed inot the soil inoculated with *Meloidogyne incognita* J<sub>2</sub> and incubated for 1 wk, the population of *M. incognita* was suppressed and the transplanted water spinach did not develop any galls on the roots. But only the 10% calcium carbonate and fish meal treatments had hosts survived. All plants died in the other 10% treatments along with 0.5 and 1% urea treatments. If the fertilizers were applied upon the transplanting of the hosts; 0.1% urea, 0.5% potassium chloride, magnesium sulphate, rapeseed meal, fish meal; and 1% rapeseed meal, 10% calcium superphosphate or castor pomace treatment decreased the galling number on the water spinach one month later. But only 0.5% castor pomace and rapeseed meal treatments had the effect lasted for 3 months. If the fertilizers were in the soil for one week before the water spinach transplanting, and another week for *M. incognita* inoculation, most treatments significantly decreased the galling number when observed at the end of first month. But most plants did not survived in these treatments after 3 months, only the treatment with 0.5% soybean meal or 1% castor pomace still had significantly lower gall number than the check. In treatments with living water spinach, many had significantly higher galling number than the check. When the fertilizers dissolved in the water, it would create high osmosis environment in the soil. The degradation reaction could also release heat that may kill the nematodes. We concluded that when the nematodes were present as first inoculum in the soil, application of fertilizers could lower the population of *M. incognita* effectively.

Keywords: chemical fertilizers, galling number, *Ipomoea reptans*, *Meloidogyne incognita*, organic fertilizer