

곰팡이(*Paecilomyces lilacinus*)를 이용한 고추 및 상치의 당근뿌리혹線蟲(*Meloidogyne hapla*)의 生物學的 防除에 關하여

趙明來·崔永然

慶北大學校 農科大學 農生物學科

Biological Control of *Meloidogyne hapla* on Lettuce and Pepper by *Paecilomyces lilacinus*

Cho, Myoung Rae · Choi, Young Eoun

Dept. of Agricultural Biology, Coll. of Agriculture,
Kyungpook National University

Summary

Effects of nematode-parasitic fungus, *Paecilomyces lilacinus*, on root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*, and growth and yield of consecutively grown lettuce and pepper were evaluated and compared to three soil fumigants, Telone II, Telone C-17 and Dowfume MC-II, in greenhouse plots from 1983 to 1984 at Milyang, Korea. The number of nematodes in fungus plots, Telone II plots, Telone C-17 plots, and Dowfume MC-II plots at 25 days after treatment were 22, 2, 24 and 0, respectively, while untreated control plots were 685. At 350 days after treatment, 66%, 98%, 98% and 96% control of root-knot nematodes were observed in fungus plots, Telone II plots, Telone C-17 plots, and Dowfume MC-II plots, respectively. Lettuce yields were increased 49%, 43%, 31% and 109% and pepper yields were increased 33%, 49%, 37%, and 95% in fungus plots, Telone II plots, Telone C-17 plots, and Dowfume MC-II plots, respectively. Fresh weight and plant height of pepper were higher only in fumigant treated plots than untreated control plots. Lettuce

緒 論

뿌리혹線蟲(*Meloidogyne* spp.)은 慶南,北一帶의 施設園藝圃地에서 發見되는 植物寄生線蟲中 出現頻度及 密度가 가장 높은 害蟲으로서 이에 對한 防除對策의 樹立이 時急한 實情이다.³⁾ 그 中에 當근뿌리혹線蟲(*Meloidogyne hapla*)은 寄主範圍가 넓고 우리나라에서 가장 廣範圍하게 分布하고 있는 種으로 崔等⁴⁾의 調査에 依하면 慶南, 慶北, 京畿, 濟州 等の 4個道 66個 調査地域中 濟州道를 除外한 3個道에서 50%의 感染率을

보였으며 密陽市 南浦洞, 城南市 북전洞, 그리고 浦川郡 郡內面 等の 고추圃場에 被害가 甚했으나 뿌리혹線蟲에 對한 認識의 不足으로 防除가 되고 있지 않았으며 連作으로 因하여 그 被害가 甚하였다.

最近 農作物에 있어서의 殘留農藥에 對한 消費者들의 認識이 높아짐과 더불어 土壤과 水質汚染防止 및 環境保全을 위한 努力의 一環으로 農藥使用이 점차 規制되고 있는 實情이므로 世界各國에서는 農作物 病害蟲의 生物學的 防除方法에 關한 研究가 活潑히 進行되고 있다.

뿌리혹線蟲에 寄生하는 곰팡이인

Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson은 1978년에 페루의 감자圃場에서 發見되어 1979년에 Jatala 등이 처음으로 이 곰팡이를 利用한 고구마뿌리혹線蟲(*M. incognita acrita*)과 감자에 寄生하는 *Globodera pallida*에 對한 生物學的 防除의 可能性에 關한 研究結果를 報告하였다.¹¹⁾ 圃場實驗에서는 뿌리혹線蟲이 感染된 土壤에 이 곰팡이를 감자 栽植時에 土壤處理한 區는 有機物이나 殺線蟲劑를 處理한 區보다 상당히 낮은 뿌리혹指數를 나타냈으며 54%의 뿌리혹線蟲의 알이 *P. lilacinus*에 依하여 破壞되었다고 하였으며¹²⁾ 出荷 가능한 감자의 生産量 또한 *P. lilacinus* 處理區가 對比區 및 殺線蟲劑 處理區보다 훨씬 높게 나타났다고 하였다.¹⁰⁾ 또 *P. lilacinus*와 *Pasteuria penetrans*를 같이 處理했을 때는 各各 따로 處理했을 때보다 잡두의 收穫量이 높았고 고구마뿌리혹線蟲(*M. incognita*)에 對한 防除效果가 높았으며⁹⁾ *P. lilacinus*를 토마토 栽植 10日前과 栽植時 2회에 걸쳐 處理하였을 때가 다른 處理方法들에 비해 收穫量과 고구마뿌리혹線蟲(*M. incognita*)에 對한 防除效果가 가장 좋았다고 하였다.¹¹⁾ *P. lilacinus*는 線蟲의 알에 侵入하여 寄生하며 培養이 쉽고 土壤內에서 오래 持續되며 農作物에 害가 없는 등 여러가지 生物學的 防除要素로서 適合한 特性을 갖추고 있어 現在 世界 46個國에서 處理方法과 利用範圍에 關한 多方面의 研究가 進行되고 있다.^{1, 2, 7, 9, 10, 13)}

이 곰팡이는 不完全菌綱에 屬하는 菌으로서 世界的으로 널리 分布하고 있으며 日本 全國에도 分布하고 있는 것으로 알려져 있으나¹⁴⁾ 우리나라에서는 아직 記錄되지 않고 있다. 國內 施設園藝圃地作物에 寄生率이 높으며 크게 被害를 주고 있는 뿌리혹線蟲을 防除하는데 *P. lilacinus*의 利用可能性을 糾明하기 위하여 國際감자研究所(International Potato Institute, Lima, Peru)로부터 *P. lilacinus*를 分讓받아 뿌리혹線蟲의 被害가 甚한 圃場에 세가지 燻蒸劑와 함께 處理한 後 線蟲의 密度, 상처와 고추의 生育과 收穫量에 關하여 試驗한 結果를 報告하는 바이

다.

材料 및 方法

本 實驗은 線蟲寄生곰팡이인 *Paecilomyces lilacinus*의 處理가 뿌리혹線蟲의 密度, 상처와 고추를 前後作으로 하였을 때 生育 및 收穫量에 미치는 影響을 糾明하기 위하여 당근뿌리혹線蟲(*Meloidogyne hapla*)의 感染度가 높은 慶南 密陽市 三門洞의 施設園藝圃場을 選定하여 線蟲寄生곰팡이인 *P. lilacinus*와 Telone II, Telone C-17, 그리고 Dowfume MC-II 등 3種의 土壤燻蒸劑를 處理, 比較하였으며 상처와 고추品種은 共히 “농민”을 供試하여 同一圃場에서 連作實驗하였다.

線蟲寄生곰팡이 및 燻蒸劑는 前作物인 상처 播種 2個月前인 83年 8月 3日에 土壤處理하였는데 PDA에 培養한 *P. lilacinus*를 高壓殺菌한 쌀에 接種하여 2週間 培養한 後 試驗區(10m²) 當 400g을 넣어 골고루 섞였으며 Telone II와 Telone C-17은 土壤注入機를 使用하여 各各 15ℓ/10a, 10ℓ/10a의 比率로 點處理하여 비닐로 被覆한 後 2週後에 비닐을 除去하여 藥液이 충분히 蒸發하도록 하였으며 Dowfume MC-II는 680g들이 강통을 넣고 비닐로 試驗區를 덮은 다음 四方을 흡으로 完全히 密閉한 後 强통을 눌러 터뜨려 50kg/10a의 比率로 處理하였고 2日間 燻蒸 後 비닐을 벗겨 通風이 되게 하였다.

뿌리혹線蟲密度는 *P. lilacinus*와 藥制의 處理前日, 處理後 25日(前作物인 상처 收穫이 끝난 後), 300日(後作物인 고추 收穫期間), 350日(고추 收穫이 끝난 後)에 各 處理區別로 土壤 300ml를 採集하여 Baermann funnel 法으로 分離, 調查하였다. 前作物인 상처는 83年 10月 10日에 播種하여 11月 10日에 定植하였고 收穫量은 84年 2月 22日부터 3月 1日까지 收穫한 重量을 測定하였으며 最終 收穫時에 株當 뿌리혹의 數를 調查하였다. 後作物인 고추는 Dowfume MC-II로 消毒한 土壤에 84年 1月 10日 播種하여 3月 17

일에 상치를栽培하였던圃場에各處理區別로定植하였고收穫量은84年5月17일부터6月20일까지收穫한고추의重量을測定하였으며收穫이 끝난後生體重과草長,枯死率을調査하였다.其他栽培方法은慣行栽培法에準하였고試驗區는處理別로各3反復하였으며난괴법으로配置하였다.

結果 및 考察

線蟲寄生곰팡이(*Paecilomyces lilacinus*) 및土壤燻蒸劑處理에依한뿌리혹線蟲(*Meloidogyne hapla*)의密度의變化를보면Table 1에서와같이處理25日後無處理區

Table 1. Effect of a fungus, *Paecilomyces lilacinus*, and three soil fumigants on the number of root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*, juveniles on lettuce followed by pepper (Milyang, 1983-1984)

Treatments	Rate/10a	Number of juveniles/300 cc soil				
		Before treatment	Days after treatment			
			25 ^a	210 ^b	300 ^c	350 ^d [control effect(%)]
Fungus	40kg	1,675	22**	22**	341**	2,917** [66]
Telone II	15 ℓ	1,079	2**	1**	22**	173** [98]
Telone C-17	10 ℓ	1,482	24**	20**	8**	180** [98]
Dowfume MC-II	50 ℓ	1,049	0**	0**	14**	361** [96]
Control	-	1,378	685	91	1,065	8,635
L.S.D.	0.01	N.S.	504	49	437	3,752
	0.05		354	35	308	2,638

** : indicates significant difference at P=0.01, as compared to the control

a: a month before planting of lettuce

b: final harvest of lettuce.

c, d: during and after harvest of pepper, respectively

에서의密度가685마리인것에比해*P. lilacinus*處理區에서는22마리, Telone II, Telone C-17, Dowfume MC-II區에서는各各2, 24, 0마리로處理區에서모두顯著的殺線蟲效果가나타났다.線蟲密度는상치收穫後인處理後210일까지全般的으로 낮게維持되었으며處理後300日에는*P. lilacinus*處理區에서341마리로약간의密度增加가

있었으나無處理區에比하여顯著히 낮았으며燻蒸劑處理區에서는Telone II, Telone C-17, Dowfume MC-II區에서各各22, 8, 14마리로線蟲密度가상당히 낮게維持되었다.處理後350日의線蟲密度를보면*P. lilacinus*處理區가2,917마리로無處理區의8, 635마리에比해66%의線蟲防除價를나타내었고Telone II區가98%, Telone C-17區가98%, 그리고Dowfume MC-II區가91

%의 防際價를 나타내었다.

Table 2. Effect of a fungus, *Paecilomyces lilacinus*, and three soil fumigants on the growth and yield of consecutively grown lettuce and pepper (Milyang, 1983-1984)

Treatments	Lettuce		Peper			
	Yield (kg/10a) [%]	No. of galls/root	Yield (kg/10a) [%]	Fresh Wt. (g/plant)	Plant Ht. (cm/plant)	Death rate (%)
Fungus	1,861* [149]	12	2,087 [133]	263	128	25
Telone II	1,790 [143]	0	2,323** [149]	377**	154**	16
Telone C-17	1,635 [131]	0	2,139 [137]	353**	143**	17
Dowfume MC-II	2,613** [209]	0	3,045** [195]	370**	152**	8
Control	1,248 [100]	27	1,564 [100]	233	125	28
L.S.D. 0.01	786	N.S.	875	96	23	N.S.
0.05	553		615	67	13	

** and * indicate significant differences at P=0.01 and 0.05, respectively, as compared to the control

*P. lilacinus*와 燻蒸劑의 處理가 상치와 고추를 前後作으로 했을 때 收穫量 및 生育에 미친 影響을 보면 Table 2에서와 같이 상치에서는 *P. lilacinus*處理區에서 49%가 增收되었으며 Telone II, Telone C-17, Dowfume MC-II區에서는 各各 43%, 31%, 109%가 增收되었다. 상치 收穫이 끝난 後 뿌리혹 數에 關係 調査한 것을 보면 無處理區에서는 株當 平均 276個인 것에 比해 *P. lilacinus*處理區에서는 12個, 燻蒸劑處理區에서는 모두 0個로 상당한 差異를 나타내었다. 고추의 收穫量을 보면 無處理區와 比較했을 때 곰팡이區에서 33%, Telone II, Telone C-17, Dowfume MC-II區에서 各各 49%, 37%, 95% 增收되었다. 고추의 生育은 生體重과 草長이 燻蒸劑處理區에서 모두 無處理區보

다 顯著히 높게 나타났으나 *P. lilacinus*處理區는 無處理區와 큰 差異가 없었다. 枯死率은 燻蒸劑處理區에서 모두 상당히 낮았으나 統計的 有意性은 없었다.

以上の 結果에 依하여 *P. lilacinus*處理는 상치와 고추를 前後作으로 했을 때 處理後 350日 調査에서 66%의 線蟲防除效果가 있음이 밝혀졌으며 이는 같이 處理한 燻蒸劑의 96-98% 보다는 낮은 水準이었다. 그러나 *P. lilacinus*處理區에서도 處理後 25日, 210日 調査에서는 線蟲密度가 상당히 낮게 나타난 것으로 보아 *P. lilacinus*가 處理初期에는 상당히 活潑히 活動하여 土壤內에 있는 線蟲의 幼蟲에 寄生을 試作했기 때문이라고 思料된다. 處理後 300日과 350日 調査에서는 *P. lilacinus*處理區에서 燻蒸劑處理區들보다 線蟲의 密度가 높았는데 이것은 土

壤內에서 이 곰팡이의 活動이 土性, 土壤 pH, 그리고 다른 土壤微生物과의 競合 等 環境의 要因에 依하여 低下된 때문이라고 思料되므로 一定期間 後 이 곰팡이를 再處理함으로써 防除效果를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

前作物인 상치에 있어서 *P.lilacinus*處理區의 뿌리혹 數는 燻蒸劑 處理區들보다 높은 데 比해 收穫量이 Dowfume MC-Ⅱ區보다는 낮으나 Telone Ⅱ, Telone C-17區보다는 높았다가 後作物인 고추의 收穫量은 낮았던 것은 이 곰팡이의 培養材料로 使用한 쌀의 肥料效果, 또는 燻蒸劑處理에 依한 作物에 有用한 土壤微生物의 死滅效果 때문인 것으로 推定된다. 土壤燻蒸劑들 中에서는 Dowfume MC-Ⅱ區가 無處理區에 比하여 상치와 고추에서 各各 109%, 95%가 增收되었는데 이 結果는 崔等⁵⁾에 依한 딸기의 뿌리썩이線蟲(*Pratylenchus vulnus*) 防除實驗에서의 14% 增收보다 훨씬 높은 水準이었다. Telone C-17은 상치와 고추에서 各各 31%, 37% 增收되었는데 이는 崔等⁶⁾의 땅콩에서의 60-73% 增收보다 낮은 水準이며 딸기에서의 12-26% 增收보다는 높은 水準이었다. Telone Ⅱ는 상치와 고추에서 各各 43%, 49%의 增收를 나타냈는데 이는 딸기⁵⁾에서의 10% 增收보다 높은 水準이었다.

本 實驗에서 線蟲寄生곰팡이(*P. lilacinus*)를 土壤處理하였을 때 뿌리혹線蟲(*M. hapla*)에 對하여 66%의 防除效果와 상치와 고추의 收穫量에 있어서 各各 49%, 33%의 增收를 가져왔으므로 이 곰팡이를 利用한 施設園藝에 있어서의 뿌리혹線蟲에 對한 防除가

possible한 것으로 생각되며 이 곰팡이는 또한 뿌리혹線蟲 뿐만 아니라 *Globodera*, *Radophulus*, *Tylenchulus*屬 線蟲도 侵害하는 것으로 알려져 있어¹⁰⁾ 보다 廣範圍한 利用이 可能한 것으로 思料되므로 우리나라 施設園藝 및 一般 農作物에 寄生하는 線蟲類에 對하여 이 곰팡이를 利用한 生物學的 防除可能性이 매우 높은 것으로 생각된다.

摘 要

線蟲寄生곰팡이(*Paecilomyces lilacinus*)를 利用한 당근뿌리혹線蟲(*Meloidogyne hapla*)의 生物學的防除 可能性을 糾明하기 爲하여 Telone Ⅱ, Telone C-17, Dowfume MC-Ⅱ等 3種의 土壤燻蒸劑와 함께 密陽의 施設園藝圃場에 處理하여 상치와 고추를 前後作實驗한 結果, 뿌리혹線蟲 密度는 處理後 25日에 *P.lilacinus* 處理區는 22마리, Telone Ⅱ, Telone C-17, Dowfume MC-Ⅱ區는 各各 2, 24, 0마리로 無處理區의 685마리에 比해 顯著히 낮았으며 處理後 350日에는 *P. lilacinus*, Telone Ⅱ, Telone C-17, Dowfume MC-Ⅱ區 各各 2,917, 173, 180, 361마리로 無處理區 8,635마리에 比해 各各 66%, 98%, 98%, 96%의 防除效果가 있었다. 前作物인 상치는 *P.lilacinus*, Telone Ⅱ, Telone C-17, Dowfume MC-Ⅱ區에서 各各 49, 43, 31, 109% 增收되었다. 고추의 生體重과 草長은 燻蒸劑 處理區에서는 모두 높게 나타났으나 *P. lilacinus*處理區는 無處理區에 比하여 差異가 없었다.

引用文獻

1. Cabanillas, E. and K. R. Barker. 1989. Impact of *Paecilomyces lilacinus* inoculum level and application time on control of *Meloidogyne incognita* on tomato. J. of Nematol. 21:115-120.
2. Cabanillas, E., K. R. Barker, and L. A. Nelson. 1989. Survival of *Paecilomyces lilacinus* in selected carriers and related effects on *Meloidogyne incognita* on tomato. J. of Nematol. 21:121-130.
3. Choi, D. R. and Y. E. Choi. 1982. Survey on plant parasitic nematodes in cropping by controlled horticulture. The Korean Journal of Plant Protection 21:8-14.

4. Choi, Y. E. and H. Y. Cho. 1978. A study on the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) affecting economic crops in Korea. The Korean Journal of Plant Protection 17:89-98.
5. Choi, Y. E. and D. G. Kim. 1984. Effects of fumigants for the control of *Pratylenchus vulnus* on strawberry. Agri. Res. Bull., Kyungpook Natl. Univ. 2:62-66.
6. Choi, Y. E. and H. Y. Kim. 1983. Chemical soil treatments for nematode control on peanut. Agri. Res. Bull., Kyungpook Natl. Univ. 1:41-46.
7. Dube, B. N. 1989. Biological control of *Meloidogyne javanica* using *Paecilomyces lilacinus* and an organic amendment. J. of Nematol. 21:558(Abstr.).
8. Dube, B. and G. C. Smart. 1987. Biological control of *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. J. of Nematol. 19:222-227.
9. Hewlett, T. E., D. W. Dickson, D. J. Mitchell, and M. E. Kannwischer-Mitchell. 1988. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* as a biocontrol agent of *Meloidogyne javanica* on tobacco. J. of Nematol. 20:578-584.
10. Jatala, P. 1985. Biological control of nematodes. In K. R. Barker, C. C. Carter, and J. N. Sasser (eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. 2. Methodology. pp. 303-308. Raleigh, North Carolina State University, Graphics.
11. Jatala, P., R. Kaltenbach, and M. Bocangel. 1979. Biological control of *Meloidogyne incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. J. of Nematol. 11:303(Abstr.).
12. Jatala, P., R. Kaltenbach, M. Bocangel, and R. Campos. 1980. Field application of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne incognita* on potatoes. J. of Nematol. 12:226-227 (Abstr.).
13. Jatala, P., R. Salas, R. Kaltenbach, and M. Bocangel. 1981. Multiple application and long-term effect of *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field conditions. J. of Nematol. 13:445.(Abstr.).
14. Udagawa, S., K. Tubaki, Y. Horie, K. Miura, K. Minoura, M. Yamazaki, T. Yokoyama, and S. Watanabe. 1978. The illustrated book of fungi. 556p. Kodansha.