

# 三種殺草劑對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響<sup>1</sup>

林素禎<sup>2</sup> 林淑媛<sup>2</sup> 吳繼光<sup>3,4</sup>

## 摘 要

林素禎、林淑媛、吳繼光。2004。三種殺草劑對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響。中華農業研究 53:261-268。

本文乃探討三種殺草劑（年年春、巴拉刈與龍無草）對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響。年年春、巴拉刈與龍無草的用量分別為 4.1, 1.2 與 1 g/L。菌根菌孢子經消毒後，置於含有殺草劑的水瓊脂培養基中，每個培養皿（直徑 9cm）放 50 個孢子，定期調查菌根菌孢子之發芽率與菌絲長度。試驗結果發現，*Gigaspora albida*、*Glomus mosseae*、*Scutellospora fulgida* 與 *Acaulospora tuberculata* 四種菌根菌孢子在年年春處理平均約 3 週後，孢子的發芽完全受抑制。*G. mosseae*、*S. fulgida* 與 *A. tuberculata* 三種菌根菌孢子在巴拉刈處理平均約 3 週後，孢子的發芽完全受抑制，而巴拉刈對 *Gi. albida* 孢子發芽與菌絲生長亦有顯著之抑制作用，在巴拉刈處理 18 天後，發芽率為 7.2%，菌絲長度為 7.8 mm，而對照組發芽率為 47.2%，菌絲長度為 72.0 mm。*Gi. albida* 與 *S. fulgida* 兩種菌根菌孢子在龍無草處理平均約 3 週後，對孢子的發芽率影響不顯著，但對菌絲生長皆有顯著之抑制；龍無草對 *G. mosseae* 與 *A. tuberculata* 兩種菌根菌之孢子發芽與菌絲生長皆有明顯之抑制作用。四種菌根菌中，*Gi. albida* 孢子對殺草劑較有抗性。

**關鍵詞：**殺草劑、叢枝菌根菌、孢子。

## 前 言

早在 1984 年 Dr. J. Trappe 等人曾就殺草劑對於外生菌根菌的影響進行評論，其中年年春（glyphosate）對於外生菌根菌較沒有影響，甚而有時有促進菌絲生長的現象。另一種殺草劑巴拉刈（paraquat）對於外生菌根菌的菌絲生長有時會有抑制現象，且對於松樹外生菌根的形成也會造成抑制（Cudlin *et al.* 1983）。至於殺草劑對於叢枝菌根菌孢子產量的影響，常會因為作物的種類、施用的劑量、以及環境條件等的不同，而造成結果不一致的現象（Johnson & Pflieger 1992）。巴拉刈依推薦量及其 15 倍用量施用於小麥田後發現該殺草劑並不會造成小麥根圈菌根菌孢子產量的減少（Smith *et al.* 1981）。此外，若施用巴拉刈及草滅淨（simazin）於柑橘園內，五年後對於柑橘菌根的感染率也無

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2210 號。接受日期：94 年 1 月 27 日。

2. 本所農化組助理研究員、約用助理。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

3. 原行政院農業委員會農業試驗所副研究員，現為臺中健康管理學院副教授。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

4. 通訊作者，電子郵件：wucg@thmu.edu.tw。

影響。但這兩種殺草劑於溫室內，若以澆灌的方式施用於柑橘盆栽內，則會顯著降低 *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann 在根內的感染率 (Nemec & Tucker 1983)。年年春、巴拉刈與龍無草 (Londax) 三種殺草劑，依推薦量施用於田間雜草紫花藿香薊 (*Ageratum houstonianum* Mill.)，在連續兩年內施用四次，三種殺草劑皆可明顯降低紫花藿香薊根圈的菌根菌孢子數 (吳等 2000；林等 2003)。

由於菌根菌孢子本身是一種具有厚壁的繁殖體，可在土壤中存活一段相當長的時間，自土壤中所篩洗出來的孢子無法判別那些是本季節所產生的？那些是上一季所產生的？故殺草劑對菌根菌孢子的發芽率與菌絲生長無法由田間試驗直接得知。有關農藥對菌根菌孢子的發芽率與菌絲生長的影響之研究文獻並不多見，已知 *G. etunicatum* 孢子在含有殺菌劑四氯異苯腈 (chlorothalonil)、免賴得 (benomyl)、鋅錳右滅達樂 (mancozeb+metalaxyl) 的水瓊脂培養基中均不發芽，卻可在含有依得利 (etridiazole) 殺菌劑的水瓊脂培養基中發芽，但隨著依得利殺菌劑施用濃度提高，孢子發芽率與菌絲長度明顯下降 (俞 2000)。

本試驗乃將田間四種常見的菌根菌孢子經消毒後置於含有殺草劑的水瓊脂培養基中培養，探討年年春、巴拉刈與龍無草三種殺草劑對四種菌根菌孢子的發芽率與菌絲生長之影響。

## 材料與方法

### 殺草劑之水瓊脂培養基配製

年年春 (glyphosate, Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine, 液劑, 濃度為 41%, 億豐公司)、巴拉刈 (paraquat, 1,1-Dimethyl-4,4-bipyridylium dichloride, 液劑, 濃度為 24%, 惠光公司) 與龍無草 (Londax, Bensulfuron-methyl benzoate, 可濕性粉劑, 濃度為 10%, 杜邦公司) 三種殺草劑的使用濃度為田間施用時之推薦濃度。將配好之殺草劑溶液以  $0.45\mu\text{m}$  的無菌過濾膜過濾之，濾液加入約  $45^{\circ}\text{C}$  已殺菌的水瓊脂培養基中，混勻，使最終濃度分別為 4.1, 1.2 與 1 g/L。每個直徑 9 公分的培養皿倒入 20ml 的培養基，待冷卻後置於  $10^{\circ}\text{C}$  以下冰箱中備用。另配製不添加殺草劑之水瓊脂培養基作為對照組。

### 菌根菌孢子的分離與消毒

稱取適量的菌土，以濕篩法和糖液離心法 (Daniels & Skipper 1982) 分離孢子後，在顯微鏡下挑取孢子。孢子消毒過程均在無菌操作台內進行。孢子以 2% Chloramine-T 浸泡 10 分鐘，接著以無菌水洗三次 (超音波震盪 10~20 秒)，然後以 2% Chloramine-T 浸泡 10 分鐘，最後以 200 mg/l Streptomycin sulphate 與 100mg/l Gentamicin sulphate 消毒三次，每次一天。孢子消毒完後放在水瓊脂培養基上進行發芽，每皿培養基上放 50 個孢子，每一處理 5 重複。所使用之菌根菌種類為 *Gigaspora albida* Schenck & Smith, *Glomus mosseae* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora fulgida* Koske & Walker 與 *Acaulospora tuberculata* Janos & Trappe。

### 菌根菌孢子發芽率與菌絲長度之調查

孢子放在培養皿後，置於二氧化碳培養箱 (SANYO Electric Co., Ltd. Japan) 中黑暗培養，培養箱溫度為  $25^{\circ}\text{C}$ ，二氧化碳濃度為 2%，菌根菌孢子之發芽率與菌絲長度每週調查 1~2 次。培養皿沒有密封，當培養皿遭受到污染時則停止調查。孢子發芽之認定為孢子發芽管生長的長度超過  $5\mu\text{m}$ ，則視為已發芽 (Tommerup 1983)。菌絲長度的計算採格子線交叉法 (gridline intersect method) (Giovannetti & Mosse 1980)。

## 結果

菌根菌 *Gigaspora albida* 孢子在培養 3 天後，三種殺草劑均對孢子發芽率有明顯抑制(表 1)，其中以年年春最具抑制功效，孢子完全不發芽，其次為巴拉刈，孢子的發芽率為對照組的 11%，龍無草的影響較小，孢子的發芽率為對照組的 74%。培養 18 天後，年年春依然完全抑制孢子之發芽，巴拉刈處理者亦有顯著的抑制作用，發芽率為對照組的 15%，龍無草處理者則與對照組無明顯差異。在菌絲生長方面，殺草劑處理 18 天後，孢子的菌絲生長皆明顯受三種殺草劑之抑制，其中以年年春的抑制作用最大，孢子皆沒有發芽，其次為巴拉刈，菌絲長度為對照組的 11%，而龍無草的影響較小，菌絲長度為對照組的 52%。由以上結果可知，年年春與巴拉刈對 *Gi. Albida* 孢子的發芽率與菌絲生長皆有顯著抑制作用，龍無草對 *Gi. Albida* 孢子的發芽率影響不大，但對菌絲生長有明顯的抑制作用。

菌根菌 *Glomus mosseae* 孢子在培養 18 天後，三種殺草劑均對孢子發芽率有明顯抑制(表 2)，其中以年年春與巴拉刈的抑制作用較大，孢子完全不發芽，而龍無草處理者之孢子發芽率為對照組之 12%。在菌絲生長方面，殺草劑處理 18 天後，孢子的菌絲生長皆明顯受三種殺草劑之抑制，其中以年年春與巴拉刈的抑制作用較大，孢子皆沒有發芽，而龍無草的菌絲長度為對照組的 26%。由以上結果可知，三種殺草劑對菌根菌 *G. mosseae* 孢子的發芽率與菌絲生長皆有明顯的抑制作用。

菌根菌 *Scutellospora fulgida* 孢子在培養 27 天後，巴拉刈與年年春處理的孢子發芽率皆為 0 (表 3)，而龍無草處理者則無顯著之影響。在菌絲生長方面，殺草劑處理 27 天後，孢子的菌絲生長皆明顯受三種殺草劑之抑制，其中以年年春與巴拉刈的抑制作用較大，孢子皆沒有發芽，而龍無草的菌絲長度為對照組的 58%。以上結果可知，年年春與巴拉刈對 *S. fulgida* 孢子的發芽率與菌絲生長皆有顯著抑制作用，龍無草對 *S. fulgida* 孢子的發芽率影響不大，但對菌絲生長有明顯的抑制作用。

表 1. 三種殺草劑對 *Gigaspora albida* 孢子發芽率與菌絲生長之影響

Table 1. Effect of three herbicides on the spore germination and mycelial growth of *Gigaspora albida*

Treatment <sup>z</sup>	Spore germination (%) after herbicide treatment <sup>y</sup>					Mycelial growth (mm/spore) after herbicide treatment <sup>x</sup>				
	3 days	7 days	10 days	14 days	18 days	3 days	7 days	10 days	14 days	18 days
CK	40.8 a <sup>w</sup>	41.2 a	44.0 a	46.4 a	47.2 a	10.3 a	35.3 a	53.2 a	70.2 a	72.0 a
BMB	30.4 b	40.8 a	44.0 a	44.8 a	44.5 a	5.8 b	21.6 b	26.7 b	34.6 b	37.7 b
DBD	4.8 c	5.2 b	6.0 b	6.8 b	7.2 b	1.0 c	4.9 c	6.2 c	6.9 c	7.8 c
IPG	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c

<sup>z</sup> CK : Control ; BMB : Bensulfuron-methyl benzoate (Londax) ; DBD : 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride (paraquat) ; IPG : Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine (glyphosate). Dosage for each herbicide was the same as recommendation, 4.1, 1.2, and 1 g/L respectively.

<sup>y</sup> After surface sterilization, 50 spores per plate (9 cm in diameter) were pipetted on water agar which was mixed with or without herbicide. The dosage for each herbicide was mentioned above. Spore germination was regularly counted until 18 days after the treatment.

<sup>x</sup> Mycelial growth was regularly measured by hyphal length until 18 days after the treatment by gridline intersect method ( Giovannetti & Mosse 1980).

<sup>w</sup> Means in each column with the same letter are not significantly different by T-test at 5% level.

表 2. 三種殺草劑對 *Glomus mosseae* 孢子發芽率與菌絲生長之影響Table 2. Effect of three herbicides on the spore germination and mycelial growth of *Glomus mosseae*

Treatment <sup>z</sup>	Spore germination (%) after herbicide treatment <sup>y</sup>					Mycelial growth (mm/spore) after herbicide treatment <sup>x</sup>				
	4 days	7 days	11 days	14 days	18 days	4 days	7 days	11 days	14 days	18 days
CK	31.2 a <sup>w</sup>	52.8 a	56.0 a	59.8 a	61.4 a	3.7 a	5.5 a	6.2 a	6.7 a	6.9 a
BMB	1.6 b	2.4 b	3.6 b	5.2 b	7.2 b	0.3 b	1.0 b	1.5 b	1.5 b	1.8 b
DBD	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
IPG	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c

<sup>z</sup> CK : Control ; BMB : Bensulfuron-methyl benzoate (Londax) ; DBD : 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride (paraquat) ; IPG : Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine (glyphosate). Dosage for each herbicide was the same as recommendation, 4.1, 1.2, and 1 g/L respectively.

<sup>y</sup> After surface sterilization, 50 spores per plate (9 cm in diameter) were pipetted on water agar which was mixed with or without herbicide. The dosage for each herbicide was mentioned above. Spore germination was regularly counted until 18 days after the treatment.

<sup>x</sup> Mycelial growth was regularly measured by hyphal length until 18 days after the treatment by gridline intersect method (Giovannetti & Mosse 1980).

<sup>w</sup> Means in each column with the same letter are not significantly different by T-test at 5% level.

表 3. 三種殺草劑對 *Scutellospora fulgida* 孢子發芽率與菌絲生長之影響Table 3. Effect of three herbicides on the spore germination and mycelial growth of *Scutellospora fulgida*

Treatment <sup>z</sup>	Spore germination (%) after herbicide treatment <sup>y</sup>				Mycelial growth (mm/spore) after herbicide treatment <sup>x</sup>			
	7 days	14 days	20 days	27 days	7 days	14 days	20 days	27 days
CK	7.6 a <sup>w</sup>	16.0 a	16.8 a	16.8 a	1.1 a	4.0 a	5.5 a	6.6 a
BMB	11.6 a	18.0 a	18.4 a	19.2 a	1.0 a	2.3 b	3.0 b	3.8 b
DBD	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c
IPG	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 c	0.0 c

<sup>z</sup> CK : Control ; BMB : Bensulfuron-methyl benzoate (Londax) ; DBD : 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride (paraquat) ; IPG : Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine (glyphosate). Dosage for each herbicide was the same as recommendation, 4.1, 1.2, and 1 g/L respectively.

<sup>y</sup> After surface sterilization, 50 spores per plate (9 cm in diameter) were pipetted on water agar which was mixed with or without herbicide. The dosage for each herbicide was mentioned above. Spore germination was regularly counted until 27 days after the treatment.

<sup>x</sup> Mycelial growth was regularly measured by hyphal length until 27 days after the treatment by gridline intersect method (Giovannetti & Mosse 1980).

<sup>w</sup> Means in each column with the same letter are not significantly different by T-test at 5% level.

菌根菌 *Acaulospora tuberculata* 孢子在培養 26 天後，三種殺草劑均對孢子發芽率有明顯抑制(表 4)，其中以年年春與巴拉刈的抑制作用較大，孢子完全不發芽，而龍無草處理者之孢子發芽率為對照組之 52%。在菌絲生長方面，殺草劑處理 26 天後，孢子的菌絲生長皆明顯受三種殺草劑之抑制，其中以年年春與巴拉刈的抑制作用較大，孢子皆沒有發芽，而龍無草的菌絲長度為對照組的 29%。由以上結果可知，三種殺草劑對菌根菌 *A. tuberculata* 孢子的發芽率與菌絲生長皆有明顯的抑制作用。

綜合以上試驗結果可知年年春對於四種菌根菌孢子之發芽抑制作用最強，在培養期間其發芽率皆為零。巴拉刈對孢子之發芽抑制作用次之，可完全抑制三種菌根菌孢子發芽，*Gigaspora albida* 孢子經巴拉刈處理後雖有發芽，但發芽率僅為對照組的 11%。龍無草對 *Gi. Albida* 與 *Scutellospora fulgida* 兩種菌根菌孢子的發芽率無明顯影響，但對 *Glomus mosseae* 與 *Acaulospora tuberculata* 兩種菌根菌孢子的發芽率則有明顯影響；龍無草對四種菌根菌孢子的菌絲生長皆有明顯的抑制作用。

表 4. 三種殺草劑對 *Acaulospora tuberculata* 孢子發芽率與菌絲生長之影響Table 4. Effect of three herbicides on the spore germination and mycelial growth of *Acaulospora tuberculata*

Treatment <sup>z</sup>	Spore germination (%) after herbicide treatment <sup>y</sup>					Mycelial growth (mm/spore) after herbicide treatment <sup>x</sup>				
	7 days	14 days	18days	22 days	26 days	7 days	14 days	18days	22 days	26 days
CK	0	0	18.8 a <sup>w</sup>	23.2 a	25.6 a	0	0	10.5 a	39.4 a	64.6 a
BMB	0	0	10.6 a	13.1 b	13.4 b	0	0	1.5 b	12.9 b	18.7 b
DBD	0	0	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0	0	0.0 b	0.0 b	0.0 b
IPG	0	0	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0	0	0.0 b	0.0 b	0.0 b

<sup>z</sup> CK : Control ; BMB : Bensulfuron-methyl benzoate (Londax) ; DBD : 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylum dichloride (paraquat) ; IPG : Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine (glyphosate). Dosage for each herbicide was the same as recommendation, 4.1, 1.2, and 1 g/L respectively.

<sup>y</sup> After surface sterilization, 50 spores per plate (9 cm in diameter) were pipetted on water agar which was mixed with or without herbicide. The dosage for each herbicide was mentioned above. Spore germination was regularly counted until 26 days after the treatment.

<sup>x</sup> Mycelial growth was regularly measured by hyphal length until 26 days after the treatment by gridline intersect method (Giovannetti & Mosse 1980).

<sup>w</sup> Means in each column with the same letter are not significantly different by T-test at 5% level.

## 討論

在本試驗中將孢子置於含年年春、巴拉刈與龍無草三種殺草劑的水瓊脂培養基中，讓三種殺草劑直接接觸菌根菌孢子，以減少作物種類與環境的影響，直接探討三種殺草劑對叢枝內生菌根菌孢子發芽率與菌絲生長之影響。

早期的孢子發芽試驗，孢子皆先經殺菌處理 (Hepper & Smith 1976; Mosse 1959, 1962)。Koske (1981) 發現，表面不經殺菌處理的孢子之發芽率，與表面經過殺菌處理的孢子之發芽率，並沒有明顯之差異。但 Mayo 等人 (1986) 發現 *Glomus versiforme* (Karsten) Berch 孢子發芽時，若孢子表面不經殺菌處理，則孢子發芽率比經表面殺菌處理之孢子之發芽率高約 1.5~2.2 倍。Wilson 等人 (1989) 亦發現，孢子表面經殺菌處理後，孢子發芽率降低 45%。本試驗為了排除其他細菌與黴菌對孢子發芽之影響，菌根菌孢子皆經表面消毒後進行發芽試驗，但試驗結果發現 *Scutellospora fulgida* 與 *Acaulospora tuberculata* 兩菌種之孢子發芽率偏低，分別為 19.2% 與 25.6%，可能是由於孢子經殺菌處理後，降低其發芽率所致。

本試驗中孢子放在培養皿後，置於二氧化碳培養箱中培養，此乃根據 Bécard & Piché (1989) 試驗結果而設計，Bécard & Piché (1989) 發現二氧化碳 2% 可促進孢子發芽率和(或)菌絲生長。由於孢子發芽皿在二氧化碳培養箱中培養沒有密封，在定期調查孢子發芽率與菌絲生長的過程中，孢子發芽皿易受污染，如 *Gi. albida* 與 *G. mosseae* 兩菌種只培養 18 天即受污染。當孢子發芽皿遭到污染時則停止調查。

試驗中所使用的四種菌根菌中，只有 *Gigaspora albida* 孢子可在含有巴拉刈的水瓊脂培養基中發芽，*Gi. albida* 對巴拉刈較具抗性，這可能與孢子的大小有關，*Gi. Albida* 的孢子直徑平均為 250 μm，其他三種菌根菌的孢子直徑平均為 180~202 μm。Sieverding & Leihner (1984) 亦有類似的報導，他們發現在樹薯田內施用殺草劑樂滅草 (oxadiazon) 會抑制繡球孢子屬 (*Glomus* spp.) 的族群，而大孢子屬 (*Gigaspora* spp.) 與厚囊實果屬 (*Sclerocystis* spp.) 的族群則增加。

## 誌 謝

本報告係行政院國家科學委員會專題研究計畫 (NSC 89-2621-B-055-005-A12) 成果之一部份，感謝國科會多年在叢枝內生菌根菌生態學研究上之支持；此外，本研究之得以順利完成，應感謝農化組土壤微生物研究室內所有同仁的協助。

## 引用文獻

- 吳繼光、林淑媛、林素禎。2000。殺草劑因子對叢枝內生菌根菌族群變動之影響。中華農業研究 49(1):42~49。
- 林素禎、林淑媛、吳繼光。2003。不同殺草劑對叢枝內生菌根菌族群變動之影響。中華農業研究 52:93~98。
- 俞淑真。2000。殺菌劑對苦瓜菌根植株感染率、生長及產量之影響。p.49-61。國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。
- Bécard, G. and Y. Piché. 1989. Fungal growth stimulation by CO<sub>2</sub> and root exudates in vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:2320-2325.
- Cudlin, P., V. Mejstrik, and J. Skoupy. 1983. Effect of pesticides on ectomycorrhizae of *Pinus sylvestris* seedlings. *Plant Soil* 71:353-361.
- Daniels, B. A. and H. D. Skipper. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. p.20-45. *in: Methods and Principle of Mycorrhizal Research.* (Schenck, N.C., ed.) APS press, St. Paul.
- Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84:489-500.
- Hepper, C. M. and G. A. Smith. 1976. Observations on the germination of *Endogone* spores. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 66:189-194.
- Johnson, N. C. and F. L. Pflieger. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. p.71-99. *in: Mycorrhizae in Sustainable Agriculture.* (Bethlenfalvay, G. J. and R. G. Linderman, eds.) Am. Soc. Agron. Spec. Publ. 54. Madison, WI.
- Koske, R. E. 1981. *Gigaspora Gigantea*: observations on spore germination of a VA-mycorrhizal fungus. *Mycologia* 73:288-300.
- Mayo, K., R. E. Davis, and J. Motta. 1986. Stimulation of germination of spores of *Glomus versiforme* by spore-associated bacteria. *Mycologia.* 78:426-431.
- Mosse, B. 1959. The regular germination of resting spores and some observations on the growth requirements of an *Endogone* sp. causing vesicular mycorrhiza. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 42:273-286.
- Mosse, B. 1962. The establishment of vesicular-arbuscular mycorrhiza under aseptic conditions. *J. Gen. Microbiol.* 27:509-520.
- Nemec, S. and D. Tucker. 1983. Effects of herbicides on endomycorrhizal fungi in Florida citrus (*Citrus* spp.) soils. *Weed Sci.* 31:427-431.
- Sieverding, E. and D. E. Leihner. 1984. Effect of herbicides on population dynamics of VA-mycorrhiza with cassava. *Angew. Bot.* 58:283-294.

- Smith, T. F., A. J. Noack, and S. M. Cosh. 1981. The effect of some herbicides on vesicular-arbuscular endophyte abundance in the soil and on infection of host roots. *Pestic. Sci.* 12:91-97.
- Tommerup, I. C. 1983. Spores dormancy in vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 81:37-45.
- Trappe, J. M., R. Molina, and M. Castellano. 1984. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhizal formation to pesticides. *Annu. Rev. Phytopathol.* 22:331-359.
- Wilson, G. W. T., B. A. Daniels Hetrick, and D. Gerschefske Kitt. 1989. Suppression of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus spore germination by nonsterile soil. *Can. J. Bot.* 67:18-23.

# Comparative Study of Herbicide Effect on the Spore Germination and Hyphal Growth of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi<sup>1</sup>

Su-Chen Lin<sup>2</sup>, Su-Yuang Lin<sup>2</sup> and Chi-Guang Wu<sup>3,4</sup>

## Summary

Lin, S. C., S. Y. Lin, and C. G. Wu. 2004. Comparative study of herbicide effects on the spore germination and hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *J. Agric. Res. China* 53:261-268.

Three different herbicides, *i.e.*, Isopropylamine salt of N-phospho-nomethyl glycine (glyphosate), 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride (paraquat), and Bensulfuron- methyl benzoate(londax), were evaluated *in vitro* for their influences on the spore germination and hyphal growth of four vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, *Gigaspora albida* Schenck & Smith, *Glomus mosseae* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, *Scutellospora fulgida* Koske & Walker, and *Acaulospora tuberculata* Janos & Trappe. The dosages of each herbicide used in the study were 4.1, 1.2, and 1g/L respectively. After surface sterilization, 50 spores per plate (9 cm in diameter) were pipetted on water agar amended with different concentration of herbicides. Water agar without herbicide amendment was treated as controls. The results indicated that glyphosate could completely inhibit spore germination of *Gigaspora albida*, *Glomus mosseae*, *Scutellospora fulgida*, and *Acaulospora tuberculata*. Paraquat did show the same inhibition effect as glyphosate on those species, except *Gi. albida*, whose germination rate was 7.2% and mycelial growth was 7.8 mm after 18 days herbicide treatment, in contrast to the controls whose germination rate was 47.2% and hyphal length was 72 mm. Londax inhibited significantly the germination and hyphal growth of *G. mosseae* and *A. tuberculata*; however, with regard to the species of *Gi. albida* and *S. fulgida*, it showed different influence pattern. The herbicide did not reduce the germination rate significantly, but it restrained the hyphal growth notably. In general, *Gi. albida* showed more tolerance to the herbicides used in this study than other species.

**Key words:** Herbicide, Arbuscular mycorrhizal fungi, Spore.

- 
1. Contribution No.2210 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: January 27, 2005.
  2. Respectively, Assistant Researcher, Research Assistant, Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  3. Former Associate Researcher, TARI. Currently, Associate Professor, Taichung Healthcare and Management University, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  4. Corresponding author, e-mail: wucg@thmu.edu.tw.