

# 不同殺草劑對叢枝內生菌根菌族群變動之影響<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。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。

本文主要探討年年春、巴拉刈與龍無草等三種殺草劑對田間雜草紫花藿香薊的菌根菌感染率及根圈產孢量的影響。第一年的試驗中，殺草劑年年春施用 14 天後會明顯降低紫花藿香薊的菌根菌感染率，而第二年的試驗中更確認殺草劑年年春對紫花藿香薊有顯著抑制菌根菌感染率的效果。第一年的試驗中雖然殺草劑年年春對於菌根菌孢子的形成，在統計上沒有顯著的抑制作用，但第二年的調查發現三種殺草劑的施用確實對於孢子數的減少有明顯的效果。本試驗所使用的三種殺草劑不會改變田間菌根菌的種類。

**關鍵詞：**殺草劑、叢枝內生菌根菌、感染率、孢子。

## 前 言

叢枝內生菌根菌在農試所第 35 號試驗田經過三年(1995.8.~1998.7)的長期觀察結果顯示，試驗前土壤中記錄有 12 種菌根菌，但經三年玉米與水稻輪作後，其多樣性已呈穩定以 *Glomus occultum*, *G. claroideum*, *Acaulospora morrowiae*, *A. sp.* (SM-3501) 為優勢菌種。試驗前土壤中每 50 克土壤所含的平均孢子數為 221.2 (範圍: 99~358.5)，經過三年的試驗後土壤的孢子數已下降到 13.1(範圍: 5.3~24.9)。孢子數逐年遞減的現象發現在各種處理上，即使對照組也不例外。由於#35 試驗田內細分為七處理，四重複，每一處理小區均以田埂 0.2M 寬做分隔，另每重複的四周又以 1M 寬的田埂再做大分隔。根據計算所有田埂的面積約佔總面積的十分之一強。目前田間的雜草防治以噴灑殺草劑年年春，巴拉刈，龍無草為主。由於分隔用田埂的面積遠較一般農田為高，其單位面積土壤所承受的殺草劑量自然為高。叢枝菌根菌孢子數的驟減，雖然有人認為是因為水稻種植，淹水所致，但根據本所對另一長期輪作試驗田(第 68 號田)的調查，發現水稻連作田內菌根菌的孢子數較玉米-水稻輪作及玉米連作田為高(吳等 1995)。顯然菌根菌的族群有逐年降減的現象，可能是在種植期間所使用的殺草劑過量所引起。

有關殺草劑對於菌根菌的影響，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，其中年年春似乎對於外生菌根菌沒有影響，甚而有時有促進菌絲生長的現象。但在巴拉刈

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2151 號。接受日期：92 年 4 月 18 日。

2. 本所農化組助理研究員、約用助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

3. 原本所農化系副研究員，現為臺鹽實業股份有限公司生技二廠代廠長。臺灣省 臺南市。

4. 通訊作者，電子郵件：wucg@tsi.tsicorp.com.tw；傳真機：(06)3840396。

而言，對於外生菌根菌的菌絲生長則有時會有抑制現象；同時，對於松樹的外生菌根的合成也會造成抑制(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(paraquat)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的產量減少(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* 在根內的感染率(Nemec & Tucker 1983)。由於龍無草是主要用於水稻田間的除草劑，有關於該化學藥劑對於菌根菌的影響則沒有任何的報導。

由於本所第 21 號及第 35 號試驗田中最常出現的雜草之一是屬於菊科的紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum* Mill.)。因此本試驗就以年年春(Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine)，龍無草(Bensulfuron-methyl benzoate)，巴拉刈(1,1-Dimethyl-4,4-bipyridylum dichloride)等三種殺草劑對該雜草的菌根菌感染率及根圈產孢量的變化進行研究。在第一年(1998~1999)的試驗中，殺草劑年年春對於紫花藿香薊菌根菌的感染率有顯著的抑制效果，但對菌根菌的孢子數量，在統計上沒有顯著的抑制作用(吳等 2000)。本試驗為第二年，將繼續探討三種殺草劑對紫花藿香薊菌根菌的感染率與孢子數量之影響。

## 材料與方法

### 施用不同殺草劑施用對土壤中叢枝菌根菌孢子數的影響

有關本項試驗的田間處理採完全逢機設計。共有四個處理(對照組，年年春，龍無草，巴拉刈)，三重複。樣區內的雜草為紫花藿香薊。殺草劑分別於 88 年 8 月 2 日及 89 年 1 月 11 日依推薦濃度噴灑於樣區(25m<sup>2</sup>)內的雜草上。噴藥後一個月內每星期採樣一次，一個月後則不定期採樣。在每一處理的田區逢機選取五個面積一平方公尺的樣區進行採樣。每一樣區內逢機取樣四個點。以採土器採取表土以下二十公分的土壤。同一樣區所採得的次樣品將予以混合。在混合樣品中，稱取 50g 土後，以濕篩法和糖液離心法分離孢子後，在光學顯微鏡下計算孢子數量並挑取孢子，以 PVLG (polyvinyl alcohol lactic glycerol)與 Melzer's 碘液製成半永久片，以利孢子的鑑定與標本之保存(吳&林 1998)。

### 施用不同殺草劑施用對紫花藿香薊菌根菌感染率的影響

自前一採集的樣品中分離出植物根部樣品，經洗淨後以 Bevege (1968)；Phillips & Haayman (1970) 改良法染色，並利用 Giovannetti & Mosse (1980) 的格子線交叉法(Gridline Intersect Method)測定其菌根菌的感染率。格子線交叉法計算菌根菌的感染率方法簡述如下：在塑膠培養皿下蓋背面畫 0.5 英吋之方格，將已染色的根段置於塑膠培養皿內，在顯微鏡下觀測，計數所有根段與格子線交叉點的總點數(A)，及有感染的根與格子線交叉點的點數(B)，其菌根菌感染率=B/A×100%。

## 結 果

在殺草劑試驗前的背景調查中，共發現 *Glomus claroideum*, *G. mosseae*, *G. occultum*, *G. intraradices*, *Acaulospora morrowiae*, *A. tuberculata* 等主要菌種。但經過兩年的殺草劑試驗後，上述菌種仍存在試驗田的根圈土壤中。本次試驗所使用的殺草劑對於菌根菌族群的組成，尚未見到有任何的影響。

第二年殺草劑噴灑前三種殺草劑處理的紫花藿香薊之菌根菌感染率、孢子數與對照組沒有明顯差異(表 1, 表 2)。本試驗於 88 年 8 月 2 日第一次依推薦濃度噴灑殺草劑後，年年春殺草劑處理第 7 天後感染率由 88 %急遽下降至 25 %，且在第 14 天下降至 7 %，下降的現象持續達 4 週之久(表 1)。其他兩種殺草劑則無顯著性差異。反觀孢子數的變化，所有施用殺草劑的處理在第三週後產孢量與對照組相較，

均呈現顯著下降的現象(表 2)，三種殺草劑對於產孢量所呈現的抑制現象持續到第 150 天之後(表 2)。

89 年 1 月 11 日第二次依推薦濃度噴灑殺草劑後，年年春殺草劑處理出現感染率逐漸下降的趨勢，且在第 42 天後感染率下降到最低 2%(對照組則為 56%)(表 3)。而龍無草也在第 71 天後出現降低的現象，巴拉刈則與第一次試驗一樣無顯著性差異。在孢子數的變化方面，第二次試驗中，施用殺草劑後第 7 天，三種殺草劑處理之菌根菌孢子數皆明顯比對照組少(表 4)，此現象可能因第一次施用殺草劑後，部分的紫花藿香薊已被殺死，使孢子總產孢量受影響，此影響直到第二次殺草劑施用 21 天時，第一次殺草劑之殘效才不顯著。第二次殺草劑施用第 71 天後，孢子數又明顯受殺草劑之影響而降低產孢量。在第二次施用殺草劑後，感染率與孢子數之間似乎呈現互為消長的現象，在施用殺草劑第 42 天後感染率下降到最低點，而孢子數則上升到最高點(表 3,表 4)。

## 討 論

在兩年的殺草劑試驗後，對於菌根菌族群的組成，尚未見到有任何的影響。但根據 Sieverding & Leihner (1984)所做的試驗發現在樹薯田內施用殺草劑樂滅草(oxadiazon)會選擇性地對繡球孢子屬(*Glomus* spp.)的族群產生抑制作用，取而代之的是增加大孢子屬(*Gigaspora* spp.)與厚囊實果屬(*Sclerocystis* spp.)的族群。菌根菌族群組成的改變可能與殺草劑的種類或其化學成份有關。

經前後兩次的試驗結果肯定年年春殺草劑對於紫花藿香薊的菌根菌感染率的確有負面影響的效果，但綜觀兩次施用殺草劑後感染率變化的趨勢略有不同，這可能與施用殺草劑時之天氣有關。

表 1. 第二年度紫花藿香薊第一次經不同殺草劑處理後菌根菌感染率之變化

Table 1. The changes of colonization rate of VAM fungi on *Ageratum houstonianum* after the 1<sup>st</sup> time herbicide application at the 2<sup>nd</sup> test year (1999)

Treatment <sup>z</sup>	Colonization rate (%) after herbicide application for different days <sup>y</sup>						
	pretreatment	7	14	21	28	90	150
CK	91 ab <sup>x</sup>	92 a	90 a	87 a	92 a	87 b	94 a
BMB	93 a	90 a	85 a	86 a	91 a	88 ab	94 a
DBD	90 ab	83 a	82 a	90 a	88 ab	88 ab	94 a
IPG	88 b	25 b	7 b	19 b	55 b	90 a	94 a
LSD <sub>0.05</sub>	3	18	12	7	34	2	4

<sup>z</sup> CK : Control ; BMB : Bensulfuron-methyl benzoate(龍無草) ; DBD : 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride(巴拉刈) ; IPG : Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine(年年春).

<sup>y</sup> The date of herbicide application was Aug. 2 of 1999.

<sup>x</sup> Means in each column followed by the same letter are not significantly different according to LSD<sub>0.05</sub>.

表 2. 第二年度紫花藿香薊第一次經不同殺草劑處理後菌根菌孢子數之變化

Table 2. The changes of spore population in the rhizosphere of *Ageratum houstonianum* after the 1<sup>st</sup> time herbicide application at the 2<sup>nd</sup> test year (1999)

Treatment <sup>z</sup>	Spore number (no./50g) after herbicide application for different days <sup>y</sup>						
	pretreatment	7	14	21	28	90	150
CK	288 a <sup>x</sup>	269 a	242 a	439 a	575 a	467 a	526 a
BMB	129 a	149 a	163 a	294 b	339 b	235 b	337 b
DBD	259 a	225 a	228 a	261 b	325 b	321 ab	249 b
IPG	276 a	174 a	225 a	264 b	228 b	214 a	227 b
LSD <sub>0.05</sub>	179	126	186	100	196	227	128

<sup>z,y,x</sup> Same legend as Table 1.

在本試驗中殺草劑巴拉刈處理對紫花藿香薊的菌根菌感染率無明顯影響，但對於紫花藿香薊的孢子產孢量則有顯著影響。由於孢子本身是一種具有厚壁的繁殖體，可以在土壤中存活一段相當長的時間，因此在第一年分析殺草劑對於產孢量的影響時，很難在統計上獲致顯著的差異(吳等 2000)，但經由第二年的持續觀察，發現殺草劑對於菌根菌孢子的形成，在施用後某段時間會出現顯著的抑制作用。此結果似乎與 Smith 等人(1981)的發現不同，Smith 等人(1981)將巴拉刈(paraquat)依推薦量及其 15 倍用量施用於小麥田後該殺草劑並不會造成小麥根圈菌根菌孢子的產量減少。

在本試驗的第二次施用殺草劑後，感染率與孢子數之間似乎呈現互為消長的現象，在施用殺草劑第 42 天後感染率下降到最低點，而孢子數則上升到最高點(表 3,表 4)。在過去的研究中有關菌根菌感染率與產孢量之間的關係似乎並沒有一個定論 (Anderson & Liberta 1992; Giovannetti, *et al.*1988; Khalil & Loynachan 1994)。有些作者認為根感染率與孢子的產量呈正相關(Daft & Nicolson 1972; Hayman 1970)；另有些人則認為沒有任何的關連(Daniels Hetrick & Bloom 1986)。Anderson & Liberta (1992) 在田間進行的兩年試驗中，發現小藍莖草(*Schizachyrium scoparium* [Michx.] Nash)在添加無機肥的處理下會抑制孢子的產生，但卻可提高菌根菌的感染率。

## 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-055-002-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。

表 3. 第二年度紫花藿香薊第二次經不同殺草劑處理後菌根菌感染率之變化

Table 3. The changes of colonization rate of VAM fungi on *Ageratum houstonianum* after the 2<sup>nd</sup> time herbicide application at the 2<sup>nd</sup> test year (2000)

Treatment <sup>z</sup>	Colorization rate (%) after herbicide application for different days <sup>y</sup>						
	7	14	21	28	42	71	86
CK	82 a <sup>x</sup>	71 a	69 a	58 a	56 a	81 a	78 ab
BMB	84 a	53 a	59 a	55 a	51 a	66 b	70 b
DBD	87 a	56 a	59 a	64 a	60 a	78 ab	79 a
IPG	83 a	44 a	40 a	29 b	2 b	82 a	72 ab
LSD <sub>0.05</sub>	10	39	36	23	11	14	8

<sup>z</sup> Same legend as Table 1.

<sup>y</sup> The date of herbicide application was Jan. 11, 2000.

<sup>x</sup> Same legend as Table 1.

表 4. 第二年度紫花藿香薊第二次經不同殺草劑處理後菌根菌孢子數之變化

Table 4. The changes of spore population in the rhizosphere of *Ageratum houstonianum* after the 2<sup>nd</sup> time herbicide application at the 2<sup>nd</sup> test year (2000)

Treatment <sup>z</sup>	Spore number (no./50g) after herbicide application for different days <sup>y</sup>						
	7	14	21	28	42	71	86
CK	364 a <sup>x</sup>	536 a	371 a	520 a	766 a	463 a	584 a
BMB	197 b	326 ab	305 a	377 a	808 a	214 b	345 ab
DBD	180 b	240 b	274 a	262 a	532 a	224 b	314 b
IPG	174 b	179 b	187 a	339 a	389 a	260 b	287 b
LSD <sub>0.05</sub>	130	260	292	306	625	172	263

<sup>z,y,x</sup> Same legend as Table 3.

## 引用文獻

- 吳繼光、林素禎合編。1998。囊叢枝內生菌根菌應用手冊。臺灣省農業試驗所印行。
- 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。
- 吳繼光、劉燕雪、簡宣裕、譚增偉。1995。不同輪作制度田微生物相之調查研究 I.囊叢枝內生菌根菌與溶磷菌之變動。中華農業研究 44(2):114-125。
- Anderson, R. C. and A. E. Liberta. 1992. Influence of supplemental inorganic nutrients on growth, survivorship, and mycorrhizal relationships of *Schizachyrium scoparium* (Poaceae) grown in fumigated and unfumigated soil. Am. J. Bot. 79:406-414.
- Bevege, D. I. 1968. A rapid technique for clearing tannins and staining intact roots for detection of mycorrhizas caused by *Endogone* spp. and some records of infection in Australian plants. Trans. Brit. mycol. Soc. 51:808-810.
- Cudlin, P. and V. Mejstrik, and J. Skoupy. 1983. Effect of pesticides on ectomycorrhizae of *Pinus sylvestris* seedlings. Plant Soil 71:353-361.
- Daft, M. J. and T. H. Nicolson. 1972. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. IV. Qualitative relationships between the growth of the host and the development of the endophyte in tomato and maize. New Phytol. 71:287-295.
- Daniels Hetrick, B. A. and J. Bloom. 1986. The influence of host plant on production and colonization ability of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. Mycologia 78:32-36.
- Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84:489-500.
- Giovannetti, M., A. Schubert, M. C. Cravero, and L. Salutini. 1988. Spore production by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus monosporum* as related to host species, root colonization and plant growth enhancement. Biol. Fertil. Soils 6:120-124.
- Hayman, D. S. 1970. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. Trans. Br. Mycol. Soc. 54:53-63.
- Johnson, N. C. and F. L. Pflieger. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. p. 71-99. In: G. J. Bethlenfalvay and R. G. Linderman (Ed.), Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. Am. Soc. Agron. Spec. Publ. 54. Madison, WI.
- Khalil, S. and T. E. Loynachan. 1994. Soil drainage and distribution on VAM fungi in two toposequences. Soil Biology & Fertility 26:923-934.
- Nemec, S. and D. Tucker. 1983. Effects of herbicides on endomycorrhizal fungi in Florida citrus (*Citrus* spp.) soils. Weed Sci. 31:427-431.
- Phillips, J. M. and Hayman, D. S. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55:158.
- 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.
- Trappe, J. M., R. Molina, and M. Castellano. 1984. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhizal formation to pesticides. Annu. Rev. Phytopathol. 22:331-359.

# Herbicide, a Stress Factor on the Population Fluctuation 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. 2003. Herbicide, a stress factor on the population fluctuation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *J. Agric. Res. China* 52:93-98.

In this study, three different herbicides, *i.e.*, Isopropylamine salt of N-phospho-nomethyl glycine, 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride, and Bensulfuron- methyl benzoate, were evaluated for their influence on VA mycorrhizal fungi in terms of colonization and spore production of *Ageratum houstonianum*, dominant weed in the experiment field. In the first year survey, herbicide (isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine) was significantly unhelpful to the colonization of *Ageratum houstonianum* after 14 days in use. In the second year survey, this herbicide was confirmed to be one of the factors harmful to the colonization of VA mycorrhizal fungi on *Ageratum houstonianum*. Although inhibition effect was not Significant in the first year study, the spore population was reduced extensively after the second year treatment of herbicides. The three herbicides tested in the experiment did not place any pressure on the composition change of VA fungal flora.

**Keywords :** Herbicide, VA Mycorrhiza, Colonization, Spore.

- 
1. Contribution No.2151 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : April 18, 2003.
  2. Respectively, Assistant Researcher, Research Assistant, Agricultural Chemistry Division, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  3. Former Associate Researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI. Present Director, Taiwan Salt Biotech. 2nd Factory, Tainan, Taiwan, ROC.
  4. Corresponding author, e-mail : wucg@tsi.tsicorp.com.tw ; Fax : (06)3840396.