番荔枝接種叢枝菌根真菌之技術

文/圖 張繼中
審 稿 國立屏東科技大學 王均琍

壹、前言

菌根真菌可分為內生菌根真菌、外生菌根真菌及內外生菌根真菌，為一種與植物根部共生的真菌，其中以囊叢枝狀菌根真菌(vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, VAMF)為最普遍受到重視的菌根真菌，但並不是所有菌根真菌可以在植物根部皮層細胞同時形成叢枝體(arbuscule)和囊狀體(vesicle)，因此目前許多學者改稱此種菌根真菌為叢枝菌根真菌(arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)。由於與菌根真菌共生的作物，其所分泌的活性物質會誘使在共生作物附近的叢枝菌根真菌孢子萌發，進而菌絲生長至共生作物的根部，達到共生的效果。與菌根真菌共生的作物會提供糖分給叢枝菌根真菌，而叢枝菌根真菌可促進作物吸收和利用少量與不易溶解之磷化合物及其他養分，達到共生的關係。叢枝菌根真菌因為其菌絲在植物皮層細胞內散布，使皮層細胞原生質膜(plasma membrane)擴張10倍以上，可以幫助或促進作物吸收養分；此外，叢枝體在皮層細胞內的的散布也增加其與作物原生質膜接觸的面積，進而促使離子交換及營養元素的吸收。番荔枝為臺東地區重要經濟果樹作物之一，由於不合理的施用化學肥料，使得臺東地區許多的番荔枝果園呈現土壤酸化，導致番荔枝植株產生酸性土壤營養障礙，使得番荔枝果實產量和品質受到影響，臺東已進行番荔枝接種叢枝菌根真菌之相關試驗，以做為番荔枝合理化施肥方法之參考，期能減少化學肥料的施用，落實合理化施肥。

貳、菌根眞菌對作物的影響

許多研究報告顯示接種叢枝菌根真菌可促進作物吸收養分，對作物是有益的。蔡等(1999)整理菌根真菌對於不同花卉植物之研究報告，整理結果顯示不同花卉植物接種菌根真菌可以促進其營養及生殖生長，幫助提早開花及抗逆境等。王和陳(1998)的研究結果顯示木瓜苗在接種菌根真菌後，其株高、莖徑、葉面積與植株鮮重皆顯著優於未接種菌根真菌者且可減少肥料施用量。而洋香瓜在接種菌根真菌後，可使其生長整齊快速且可提高果實品質(程，2001)。此外，也有溶磷菌配合菌根真菌雙重應用而達到更佳的效果，有實驗報告顯示文旦柚之砧木經接種菌根菌、溶磷菌等之複合微生物肥料八個月後，其株高比對照組高出29公分，而葉面積和葉數相對於對照組也有明顯差異(吳等，2001)。在番荔枝方面，臺東已進行相關試驗並獲得番荔枝接種菌根真菌後對番荔枝生長影響之資料。本文就番荔枝接種菌根

真菌之相關試驗成果提供參考。

參、番荔枝實生苗接種菌根眞菌後對植株之影響

將已發根番荔枝幼苗栽植於穴盤，栽培介質為1號蛭石，菌根真菌施用方式為混合蛭石之後施用，使每穴格含約350粒Glomus屬孢子，第一週每日下午四點以水澆灌；第二週後，以霍格蘭氏完全營養液澆灌，其磷含量僅為完全液之1/10濃度，於一個月後調查番荔枝實生苗莖長、枝條重、根長、根重。另外，將已接種菌根真菌番荔枝幼苗移植到中型植栽盆，每一週澆灌0.25%之硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀之水溶液50ml，於一個月後採取植體樣本，進行植體營養元素含量分析，分析方法依據「現行土壤測定方法」進行(張，1981)。

一、接種菌根真菌對番荔枝實生苗之影響

番荔枝實生苗接種菌根真菌之根部生長情形如圖2，調查分析結果顯示番荔枝實生苗在接種菌根真菌一個月後，其株高、地上部鮮重、根長及根鮮重分別為12.5公分、0.489公克、20.5公分和0.74公克，未接種菌根真菌之番荔枝實生苗，其株高、地上部重、根長及根



圖1. 番荔枝實生苗接種菌根真菌之情形，左為對照組(未接種菌根真菌)



圖2. 番荔枝實生苗接種菌根真菌一個月後之根部生長情形，右邊為對照組(未接種菌根真菌)

表1、接種菌根真菌之番荔枝實生苗植株於一個月後之生長性狀調查

處理項目	調查項目			
	株高	地上部鮮重	根長	根鮮重
	(公分)	(克)	(公分)	(克)
接種菌根真菌	12.5	0.489	20.5	0.74
未接種菌根真菌	12.2	0.691	15.2	0.38

重分別為12.2公分、0.691公克、15.2公分和0.38公克，顯示接種菌根真菌其根部皆較對照組長且重（表1），及番荔枝實生苗在接種菌根真菌後有良好的效果。

二、接種菌根真菌之番荔枝於施肥後之植體營養元素濃度變化及植株生長調查

接種菌根真菌之番荔枝幼苗，雖然在施肥前的氮、磷、鉀等元素濃度較未接種菌根真菌者低，但施肥後磷元素濃度較施肥前提升，從0.08%上升至0.106%，而未接種菌根真菌者，施肥後磷元素濃度較施肥前低，由0.12%下降至0.079%，由此得知番荔枝實生苗在接種菌根真菌之後，有助於磷之吸收。接種菌根真菌之番荔枝實生苗在施肥後，其地上部鮮重及根鮮重分別為3.69公克和1.86公克，未接種菌根真菌之番荔枝在施肥後，其地上部鮮重及根重分別為3.05公克和1.10公克(表3)，因此番荔枝實生苗接種菌根真菌對於植株生長應有正面的效果。

表2、接種菌根真菌之番荔枝幼苗於施肥後之全株葉片營養元素濃度變化

處理項目	氮(%)	磷(%)	鉀(%)	鈣(%)	鎂(%)
化學肥料施用前					
接種菌根真菌	1.85	0.08	1.93	2.53	0.27
未接種菌根真菌	1.87	0.12	2.08	2.43	0.22
化學肥料施用後					
接種菌根真菌	1.63	0.106	1.64	1.18	0.23
未接種菌根真菌	1.45	0.079	1.95	1.12	0.19

表3、接種菌根真菌番荔枝實生苗施肥處理後之植株生長調查

處理項目	分析項目	
	地上部鮮重	根　重
	(克)	(克)
接種菌根真菌	3.69	1.86
未接種菌根真菌	3.05	1.10

肆、接種菌根眞菌對於番荔枝品質影響

以6年生大目種番荔枝為材料，於臺東縣知本里進行試驗，以獲得接種菌根真菌對於番荔枝品質與產量影響之相關資料；試驗處理分為處理1：接種菌根真菌、處理2：施用有機質肥料(每株8公斤，有機質含量為60%，N-P_2O_5-K_2O為3-2-1)、處理3：接種菌根真菌及施用有機質肥料及處理4：對照組等4個處理組合；試驗設計採逢機完全區集排列，三重複，每重複3棵樹；所施用之化學肥料硝酸銨鈣、過磷酸鈣、氯化鉀，所施用之三要素總量如表4。

表4、番荔枝一期所施用化學肥料之總量

處理項目	菌根真菌	有機質肥料	全 氮（克/株/年）	磷 酐（克/株/年）	氧化鉀（克/株/年）
1	＋	－	650	300	500
2	＋	＋	650	300	500
3	－	＋	650	300	500
4	－	－	650	300	500

註：1. ＋：表示施用，－：表示未施用。
2. 處理項目說明，請參見內文。

一、番荔枝果園施用菌根真菌後之植體營養元素濃度變化

番荔枝果園施用菌根真菌後葉片營養元素濃度變化的結果，如表5。由此一結果發現除了氮、鉀、鈣元素之外，其餘的營養元素皆呈增加的現象，雖然鉀、鈣元素濃度呈現下降的趨勢，但下降的幅度以施用菌根真菌及有機質肥料(處理2)為最少，鉀元素下降幅度為7.6%，鈣元素下降幅度為49%；而對照組(處理4)的鉀、鈣元素濃度下降最多，鉀元素下降幅度為48.6%，鈣元素下降幅度為62.3%，顯示接種菌根真菌對番荔枝應有正面的效果。

表5、番荔枝果園於處理後之葉片營養元素濃度變化

處理項目	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	鋅
	----------(%)----------					--------(ppm)--------		
試驗處理前								
1	2.72	0.21	1.28	2.92	0.2	48.3	10.4	5.7
2	2.8	0.17	1.05	3.02	0.2	11	20.3	6.2
3	3.47	0.2	1.15	3.22	0.18	27	4	6.6
4	3.41	0.21	1.13	3.51	0.23	12.2	11.5	3.17
試驗處理後								
1	2.61	0.32	0.88	1.28	0.3	62.7	53.17	17.3
2	2.53	0.28	0.97	1.54	0.31	69.5	43.67	17.7
3	2.39	0.32	0.71	1.28	0.26	79.5	46.17	18
4	2.87	0.3	0.58	1.32	0.28	63.67	64	17.5

註：處理項目說明，請參見內文。



圖5. 菌根真菌接種劑，但可能會隨著製程不同而有不同的型態



圖6. 番荔枝果園施用菌根真菌應配合開溝作業進行

二、番荔枝果園施用菌根真菌對番荔枝品質的影響

番荔枝果園施用菌根真菌後進行果實調查的結果，如表6。除果重外，在不同處理之間的番荔枝果寬、果長、糖度、酸度沒有顯著的差異；而果實的輕

重是影響產量的重要因子，除對照組(處理4)的果重最輕，其餘的處理果重，以施用菌根真菌及有機質肥料(處理2)最重，為792克，而糖度同樣以施用菌根真菌及有機質肥料(處理2)最佳，為22.4^{0}Brix，整體的表現也最佳，顯示接種菌根真菌對於番荔枝果實也有影響。

表6、各不同處理番荔枝果寬、果長、糖度、酸度及果重比較

處理項目	果寬1 (公分)	果寬2 (公分)	果長 (公分)	糖度 (^{0}Brix)	酸度	果重 (克)
1	11.5	10.9	11	21	0.46	704.7
2	12.3	11.3	11.3	22.4	0.53	792
3	11.6	11.4	11	21.3	0.48	736
4	10.9	9.8	10.3	21.53	0.52	587.3

註：1.為調查是否有畸型果，所以果寬調查2次。
2.處理項目說明，請參見內文。

伍、接種菌根眞菌及施用土壤改良資材對於番荔枝品質影響

以6年生大目種番荔枝為材料，於臺東縣知本里進行試驗以獲得接種菌根真菌及土壤改良資材對於番荔枝品質與產量影響之相關資料；試驗處理分為處理1：對照組、處理2：施用土壤改良資材(為含較高之鈣、鎂成分，目前申請專利中)、處理3：接種菌根真菌及施用土壤改良資材及處理4：接種菌根真菌等4個處理組合；試驗設計採逢機完全區集排列，三重複，每重複3棵樹；所施用之化學肥料硝酸銨鈣、過磷酸鈣、氯化鉀，所施用之三要素總量如表7。

表7、番荔枝一期所施用化學肥料之總量

處理項目	菌根真菌	土壤改良資材	全氮 (克/株/年)	磷酐 (克/株/年)	氧化鉀 (克/株/年)
1	－	－	650	300	500
2	－	＋	650	300	500
3	＋	＋	650	300	500
4	＋	－	650	300	500

註：1.＋：表示施用，－：表示未施用。
2.處理項目說明，請參見內文。

一、番荔枝果園施用菌根真菌及土壤改良資材後之植體營養元素濃度變化

於本試驗處理前後也調查葉片營養元素濃度之變化，調查的結果(表8)，可發現除錳元素外，其餘的營養元素在處理後皆呈現降低的現象，雖然所有處理的元素濃度呈現下降的趨勢，但以施用土壤改良資材(處理2)的下降幅度為最少，以鉀元素為例，施用土壤改良資材其下降幅度為17.4%，對照組的下降幅度為36.1%。但磷元素部分仍以接種菌根真菌下降幅度為最少，為16.1%，而接種菌根真菌及施用土壤改良資材(處理3)的鈣、鎂含量卻比處理2及處理4低，由上述結果顯示於接種菌根真菌時，最好不要施用推薦以外的肥料或土壤改良資材。

表8、番荔枝果園於處理後之葉片營養元素濃度變化

處理項目	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	鋅
	----------(%)----------					---------(ppm)---------		
試驗處理前								
空白	3.9	0.31	1.66	2.09	0.31	57.5	15.8	16.5
試驗處理後								
1	3.67	0.21	1.06	1.28	0.13	29.3	17.3	10.1
2	3.89	0.24	1.37	1.6	0.21	44.6	31.5	11.1
3	3.47	0.24	1.31	1.34	0.17	36.6	28.5	11.8
4	3.21	0.26	1.23	1.38	0.20	36.5	27	12

註：處理項目說明，請參見內文。

二、番荔枝果園施用菌根真菌及土壤改良資材後對番荔枝品質的影響

番荔枝果園施用菌根真菌及土壤改良資材後進行番荔枝果實調查的結果，列如表9；果實的輕重是影響產量的重要因子，處理1(對照組)的果重最輕，其餘處理的果重以施用土壤改良資材(處理2)最重，為474克，但糖度以接種菌根真菌(處理4)為最佳，為22.5^{0}Brix，而接種菌根真菌及施用土壤改良資材(處理3)的果重卻比施用土壤改良資材及接種菌根真菌的果重輕。由上述結果顯示於接種菌根真菌時，可施用腐熟的堆肥及所推薦的肥料外，最好不要施用其他的肥料或土壤改良資材。

表9、不同處理番荔枝果寬、果長、糖度、酸度及果重比較

處理項目	果寬1 (公分)	果寬2 (公分)	果長 (公分)	糖度 (^{0}Brix)	酸度	果重 (克)
1	9	9.4	9.6	19.9	0.33	355.3
2	9.9	10.4	10.1	21.6	0.33	474
3	9.1	9.1	9.6	22	0.46	408
4	9.4	9.6	10.6	22.5	0.45	448

註：1.為調查是否有畸型果，所以果寬調查2次。
2.處理項目說明，請參見內文。

陸、番荔枝接種菌根眞菌的方法及注意事項

一、番荔枝接種菌根真菌的方法

將固態菌根真菌依照其濃度，取適當比例之菌根真菌與栽培介質將兩者充分混合均勻後填入穴盤，將番荔枝播種於穴盤中；或將番荔枝種子先行播種，待長成為2葉以上之幼苗時，將固態菌根真菌穴施於栽培介質上(每穴孢子數為100個)，再將番荔枝幼苗種植於穴中，使幼苗根部能與菌根真菌接觸。

二、番荔枝接種菌根真菌的注意事項

接種菌根真菌須注意下列事項才可達到功效，而不會因為無效而增加成本。

1. 接種菌根真菌宜在育苗期時進行，如果要在果園成株施用，要配合開溝作業進行，以利番荔枝根部與菌根真菌行共生作用，不要施用其他推薦外的肥料或土壤改良資材。
2. 於育苗期接種菌根真菌時，初期(三週內)避免施用過量磷肥，過量磷肥會影響接種菌根真菌的效果。
3. 如果要施用殺菌劑進行田間土壤病害防治時，要慎選殺菌劑，目前可使用依得利或滅達樂，對菌根真菌影響較少。
4. 接種菌根真菌應注意其孢子密度及活力，未用完之菌根真菌應貯放於陰涼通風處或於4℃冷藏，以保持菌種活力。

柒、結語

為求降低生產成本，政府一直努力推動合理化施肥，也就是利用農業試驗改良場所推薦之施肥量及施肥方法，並配合土壤及植體營養診斷分析以合理的施用肥料，降低生產成本，但亦有相關配合措施可以達到合理化施肥之目的，例如種植綠肥或施用生物肥料等，而菌根真菌就是生物肥料的一種；不論是番

荔枝實生苗或成株接種菌根真菌對於植株生長皆有正面的影響效果，番荔枝接種菌根真菌可以做為番荔枝合理化施肥相關配合措施。

捌、參考文獻

1. 王均琍、陳昭源。1998。木瓜接種叢枝內生菌根菌對生長與產量之影響。土壤與環境1(1)：61-71。
2. 吳繼光、林素禎。2001。生物肥料研發及利用(一)叢枝內生菌根菌。永續農業1：93-103。
3. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。臺灣省農業試業所特刊13號：9-26。
4. 程永雄。2001。叢枝內生菌根菌在瓜類作物之應用。微生物肥料之應用與推廣：14-18。
5. 蔡宜峰、陳俊位、楊秋忠。1998。囊叢枝菌根在滿天星栽培之研究。土壤與環境2(2)：117-126。





番荔枝接種叢枝菌根真菌之技術

作　　者：張繼中
發 行 人：陳文雄
總 編 輯：江瑞拱
出版機關：行政院農業委員會臺東區農業改良場
地　　址：臺東市中華路一段675號
網　　址：http://www.ttdares.gov.tw
電　　話：089-325110
印刷廠商：法宜斯企業行
出版年月：97年6月
編印本數：1,000本
定　　價：新台幣90元
展售書局：國家書局臺視總店/臺北市八德路三段10號B1　(02)25781515轉643
　　五南書局/臺中市中山路2號　(04)22260330

GPN:1009701640
ISBN:978-986-01-4691-2


行政院農業委員會臺東區農業改良場
1928
Taitung DARES，COA