

內生菌根菌在種苗應用上之展望

程永雄 莊明富
臺灣省農業試驗所嘉義分所

摘 要

健康種苗是影響生產好壞的重要因素之一，但提供最適種苗生長發育的條件也相當重要。目前許多植物根系均發現有菌根存在，此種共生的狀態對作物生長與健康的影響，已有許多研究報告，顯示作物正常生長菌根乃擔任重要之角色。近年來為挽救本省柑桔產業，全面推展無病毒健康苗木之應用，擬在培育階段導入內生菌根菌，使柑桔苗木生長健康，因此乃從事本省柑桔內生菌根菌之開發研究，期望由柑桔種苗之應用，進而推展到其他作物上。惟目前應用上必須克服接種源生產之問題，則將對內生菌根菌在種苗生產實際應用上大有助益，且可預期的對解決種苗栽培上的一些問題，將可提供許多幫助。

關鍵字：內生菌根菌、菌根、柑桔、種苗

前 言

健康種苗是農業生產的基本條件之一，但植物在栽培或繁殖過程中，有許多因素如氣候、土壤與病蟲草害等會影響其生長與健康。而土壤微生物如內生菌根菌⁽⁸⁾及一類根圈細菌對作物生長之影響，已有許多研究報告。其中內生菌根菌在許多網室或田間試驗中，證實可增加作物吸收養分與水分促進植株生長、增強植株耐旱能力、抵抗病原與提高移植成活率。但這些有益的效應目前在種苗生產上尚未實際應用。

內生菌根在許多園藝、農藝作物均可發現，而此種共生構造應是作物生長之正常狀態⁽¹⁶⁾。但過多的農藥與肥料的施用，減少或除去土中內生菌根菌的族群，使作物菌根形成減少，進而影響其生長。特別是育苗階段，無土栽培介質的使用相當普遍，但此種介質並未含有內生菌根菌，另外為減少土傳病害的發生，育苗土以殺菌劑、殺線蟲劑及土壤薰蒸劑處理，均使得苗期菌根形成減少，對植株生長影響甚大。例如柑桔育苗土經過薰蒸消毒，植株會出現嚴重矮化現象，但接種內生菌根菌後，植株生長相當良好⁽¹¹⁾。而本省柑桔產業近年來由於受到黃龍病之影響，植株壽命縮短，產量與品質亦逐漸降低。吾人多年來在內生菌根菌方面之研究，深深覺得內生菌根在促進作物生長與抵抗病害等方面之功能，實具有在種苗應用上之潛力，因此配合目前推行之「柑桔品種改良與無病毒苗木培育計畫」，乃希望在全面推廣無病毒健康苗之種植時，亦導入內生菌根菌，使苗木生長健康。另一方面在大量培育柑桔苗時，因密集栽培可能易導致病害的大發生，且病害一旦發生將嚴重影響生產者之利益，而內生菌根菌則發現可抵抗一些根部病原的為害^(10,19)，因此應用內生菌根菌於柑桔種苗之培育，應是值得研究的課題，也期望這方面之研究與努力能再現本省柑桔產業之盛況，並進而

全面應用於其他種苗之生產。

內生菌根菌及其對作物生長之影響

可形成內生菌根之真菌，有菌絲不具隔膜之結合菌綱及菌絲具隔膜之子囊菌、擔子菌與不完全菌。前一類之真菌感染根系後，會形成囊狀體（Vesicles）與叢狀枝（Arbuscules）等構造，此類菌根菌又稱囊叢枝菌根菌（VA mycorrhiza）而後者並不形成此種構造，是兩者不同的地方。囊叢枝菌根菌大約有120種分屬於接合菌綱、內生菌科（Endogonaceae）之六個屬⁽²⁰⁾，除十字花科（Cruciferae）、藜科（Chenopodiaceae）、莎草科（Cyperaceae）、燈心草科（Juncaceae）與山龍眼科（Proteaceae）等科之植物較少形成菌根外，許多重要的園藝及農藝作物上均可發現囊叢枝菌根，因此其在農業上之應用亦較有開發潛力。由於菌根菌由根部向土壤伸出許多外伸菌絲（External hyphae），並形成網狀構造，增加作物對土壤礦物元素之吸收，特別是一些在土壤中溶解或移動力較差之元素如磷、鋅與銅。因為植物體之營養獲得改善，因此生長較未形成菌根之植株佳。但植物形成菌根後，生長反應隨著品種而有差異。以三種柑桔根砧品種作比較，酸橙（Sour orange）與“Cleopatra”寬皮柑對菌根之依賴較枳殼高^(12,13)。而同一品種植物對不同之內生菌根菌之反應也有差異，因此篩選菌種是種苗應用上之基本工作。

內生菌根菌除有促進植物生長之功能外，尚能增加水分的吸收、增強耐旱力、抵抗病原與提高苗木移植存活率。其中抵抗病原之為害是另一最引起興趣之項目，許多報告也相繼探討這方面的問題^(10,19)。在網室之試驗，煙草接種內生菌根菌可增加其對 *Thielaviopsis basicola* 之抗性⁽¹⁾，而在棉花上，未接種者根部被 *T. basicola* 為害較嚴重⁽²¹⁾。番茄接種 *Glomus mosseae* 可減少 *Fusarium wilt* 之發生⁽⁷⁾，而接種 *G. intraradices* 之番茄植株可顯著減少 *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* 之族群及根部之壞疽⁽⁴⁾，甜橙 (Sweet orange) 接種 *G. fasciculatum*，根系發生 *Phytophthora* 根腐情形較輕微⁽⁵⁾，另外在土傳性線蟲病害方面亦有許多類似結果^(3,17)。植物因接種內生菌根菌，減少病害發生之原因，目前尚無確切之結論，有學者認為菌根幫助宿主吸收較多之磷肥或其他礦物元素，因此增加植物的耐病力。雖然有報告指出外生菌根菌可產生抗生素，但目前在內生菌根菌上並未發現，因此抗生作用是否亦為病害減輕的機制仍需進一步研究。而接種內生菌根菌之煙草，根部含有多量之精氨酸 (Arginine)，抑制 *T. basicola* 之感染與產孢⁽¹⁾，因此內生菌根菌減少病害之機制，可能相當複雜。且目前並非所有報告均指出內生菌根菌可減少病害，亦有相反之結果，有些研究指出，接種內生菌根菌對病害、病原或兩者均無影響，有些反而會使植物更罹病或使病害發生更嚴重^(6,18)。

本省柑桔內生菌根菌之研究

為確保本省柑桔產業之發展，免受系統性及土傳性病原之為害，培育優良柑桔品種與無

病毒健康苗木，實為必要之措施。目前推展之無病毒健康苗供應體系，在育苗作業程序中，擬加入有益內生菌根菌，使苗木生長健康，增進根群發育，並增強植株對病害之抵抗性或抗病性。基於此等目的及過去在內生菌根菌之研究所得，乃積極從事柑桔內生菌根菌之開發研究，初步的研究結果顯示本省柑桔園內之內生菌根菌發生情形相當普遍，在15個土壤樣品中，植株根系均有內生菌根形成，但地區與植株間有很大的差異；每百毫升土壤中之厚膜孢子數亦有差異，但一般以土表下0-15公分內之菌根形成率及厚膜孢子數較高(表一)。而 *Glomus* 在調查的樣品中，是較為普遍發生之一屬。在選擇的五個屬於 *Glomus* 之菌株中，以接種 *G. aggregatum* 與 *G. clarum* 之酸桔植株，生長表現最好，而其中接種 *G. mosseae* 之植株，雖然菌根形成率達38.8%，但生長與未接種之對照組並無差異，顯示菌種間對同一品种植物之有效性不同(表二)。以廣東檸檬、酸桔兩種柑桔根砧接種 *G. clarum* 比較其生長反應，廣東檸檬之株高、根長、地上部與地下部鮮重較酸桔高與重。但接種內生菌根菌之廣東檸檬與酸桔植株，分別比未接種之植株生長要優異(表三)。另外以 *G. clarum* 接種百香果植株，亦可顯現促進生長之效益，接種內生菌根菌之植株生長較未接種之百香果植株生長為佳(表四)，顯示內生菌根菌 *G. clarum* 對兩種柑桔根砧及百香果是一優異的菌種。

內生菌根菌在種苗應用上之限制

優良菌種的取得應是限制因素中最基本的問題。雖然內生菌根菌對寄主之專一性不高，但對不同的作物其有效性仍有差異⁽²⁾，因此篩選優良菌種對未來內生菌根菌在種苗應用上實為必要的步驟。

由於內生菌根菌目前無法以人工培養方式繁殖，因此接種源的生產是技術上遭遇的難題。雖然許多研究正朝人工培養進行，但是盆栽(Pot culture)適當宿主，繁殖接種源仍是目前最常使用的方法⁽¹³⁾。而此一方法之缺點是病原污染問題。在室外環境下，病原很容易即進入培養土內，並建立族群，而且同一區域經常作為繁殖菌種之用，病原污染情形將更形嚴重，因此定期作薰蒸或藥劑消毒是必須的工作，嚴重時則需更換培育地點，以確保不受病原之污染。目前以無土繁殖法生產內生菌根菌接種源，有許多研究在進行，其中利用薄層養液栽培技術(Nutrient film technique)已獲得成功⁽¹⁵⁾，其感染力與採用土壤繁殖之接種源相同，且經適當方法可保存很長時間。組織培養技術亦可應用在接種源之生產，其優點有菌種純化後不易混雜、不受病原菌之污染、可隨時生產接種源不受環境因子影響、瓶苗期接種可確保感染的成功率以及免除盆栽繁殖中菌土搬運與貯藏之問題。

便捷的接種方法也是必須考慮之因素。幼苗期接種通常較有利於內生菌根菌感染，尤其是播種時即將接種源置於種子下，而且所需之接種源也較少。但大面積之栽培顯然不能適用，利用種子粉衣法(Coating method)應是較可行的方式。盆栽植物或培育苗木則可採用菌土與育苗土混合之接種方式，可視耕作方式以採用最可行及便捷之接種方法。

未來展望

在種苗生產過程中，土壤消毒是經常性的措施之一，但間接也影響植株菌根的形成，目前生產無病毒苗木與組織培養苗是重要的種苗供應來源，培育過程中無可避免將忽略內生菌根菌之功能，而許多植物如柑桔與多年生之木本植物對菌根之依賴性非常高⁽⁹⁾，而這由本省柑桔植株普遍感染內生菌根菌之現象亦可得到印證，因此在種苗培育時應考慮內生菌根菌之角色，以免影響種苗之正常生育。而種苗在大量繁殖時，生產者可能因資本、土地之限制，為求降低生產成本，可能採密集栽培，但是一旦有土傳性病害發生，且缺乏有效控制，病害將擴散迅速，輕者植株生長不良嚴重時植株死亡，均將引起嚴重損失，而接種內生菌根菌可增加植株之抗病性或耐病性，已在一些研究獲得證實^(1,5,7)，因此極具應用價值。雖然抗病或耐病機制尚未十分明瞭，也有一些研究結果顯示接種內生菌根菌會增加病害之發生，但以篩選方法應可獲得抗病之菌種。而一些菌種雖然對病原或病害並無影響，但能維持植株之正常生長者仍有其價值。另外內生菌根菌亦可提高苗木之移植存活率，減少種苗移植後之死亡，將可降低生產成本，相對地亦增加種苗供應者之信譽。雖然目前內生菌根菌尚未實際應用於種苗生產上，但可預期的是對解決種苗栽培上的一些問題，將可提供許多幫助。

參考文獻

1. Baltruschat, H., and Sconbeck, F. 1975. The influence of endotrophic mycorrhizae on the infestation of tobacco by *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathol. Z.* 84 : 172-188.
2. Baylis, G. T. S. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it, p.373-389. In : F. E. Sanders, B. Mosse, and P. B. Tinker (eds.). *Endomycorrhizas*. Academic, London.
3. Carling, D. E., Roncadori, R. W., and Hussey, R. S. 1989. Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, root-knot nematode, and phosphorus fertilization on soybean. *Plant Dis.* 73 : 730-733.
4. Caron, M., Fortin, J. A., and Richard, C. 1986. Effect of phosphorus concentration and *Glomus intraradices* on *Fusarium* crown and root rot of tomatoes. *Phytopathol.* 76 : 942-946.
5. Davis, R. M., and Menge, J. A. 1980. Influence of *Glomus fasciculatum* and soil phosphorus on *Phytophthora* root rot of citrus. *Phytopathol.* 70 : 447-452.
6. Davis, R. M., and Menge, J. A. 1981. *Phytophthora parasitica* inoculation and intensity of vesicular-arbuscular mycorrhizae in citrus. *New Phytol.* 87 : 705-715.
7. Davis, R. M., Menge, J. A., and Zentmyer, G. A. 1978. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on *Phytophthora* root rot of three crop plants. *Phytopathol.* 68 : 1614-1617.

8. Dehne, H. W., and Sch "o" beck, F. 1975. The influence of the endotrophic mycorrhiza on the fusarial wilt of tomato. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenpathol. Pflanzenschutz* 82 : 630-632.
9. Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann. Rev. Phytopathol.* 6 : 397-418.
10. Graham, J. H. 1986. Citrus mycorrhizae : Potential benefits and interactions with pathogens. *HortScience* 21 : 974-984.
11. Graham, J. H., and Fardelmann, D. 1986. Inoculation of citrus with root fragments containing chlamydospores of the mycorrhizal fungus, *Glomus intraradices*. *Can. J. Bot.* 64 : 1739-1744.
12. Graham, J. H., and Syvertsen, J. P. 1985. Host determinants of mycorrhizal dependency of citrus rootstock seedlings. *New Phytol.* 101 : 667-676.
13. Harley, J. L., and Smith, S. E. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press N.Y. 483 pp.
14. Hayman, S. 1974. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IV. Effect of light and temperature. *New Phytol.* 73 : 71-80.
15. Hussey, R. S., and Roncadori, R. W. 1982. Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. *Plant Dis.* 66 : 9-14.
16. Islam, R., and Ayanaba, A. 1981. Growth and yield responses of cowpea and maize to inoculation with *Glomus mosseae* in sterilized soil under field conditions. *Plant and Soil* 63 : 505-509.
17. Kleinschmidt, G. D., and Gerdemann, J. W. 1972. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizae. *Phytopathol.* 62 : 1447-1453.
18. Mehraveran, H. 1977. Mycorrhizal dependency of six citrus cultivars. PhD Diss., Univ. of Illinois, Urbana-Champaign.
19. Menge, J. A. 1983. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. *Can. J. Bot.* 61 : 1015-1024.
20. Menge, J. A., Johnson, E. L. V., and Platt, R. G. 1978. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. *New Phytol.* 81 : 553-559.
21. Menge, J. A., Lembright, H., and Johnson, E. L. V. 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. *Proc. Intl. Soc. Citricult.* 1 : 129-132.
22. Menge, J. A., and Timmer, L. W. 1982. Procedures for inoculation of plants with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the laboratory, greenhouse and field, p.

- 59-68. In : N. C. Schenck (ed.). Methods and principles of mycorrhizal research. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minn.
23. Mosse, B. 1975. Specificity of vesicular-arbuscular mycorrhizae, p.469-484. In : F. E. Sanders, B. Mosse, and P. B. Tinker(eds.). Endomycorrhizas. Academic, London.
24. Ratnayake, M., Leonard, R. T., and Menge, J. A. 1978. Root exudation in relation to supply phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. New Phytol. 81 : 543-552.
25. Mosse, B., and Thompson, J. P. 1984. Vesicular-arbuscular endomycorrhizal inoculum production. I. Exploratory experiments with bean(*Phaseolus vulgaris*) in nutrient flow culture. Can. J. Bot. 62 : 1523-1530.
26. Rhodes, L. H. 1981. The use of mycorrhizae in crop production systems. Outlook Agr. 10 : 275-281.
27. Rhodes, L. H., and Gerdemann, J. W. 1980. Nutrient translocation in vesicular-arbuscular mycorrhizae, p. 173-195. In : C. B. Cook, P. W. Pappas, and E. D. Rudolph(eds.). Cellular interactions in symbiosis and parasitism. Ohio State Univ. Press, Columbus.
28. Roncadori, R. W., and Hussey, R. S. 1977. Interaction of the endomycorrhizal fungus *Gigaspora margarita* and root knot nematode on cotton. Phytopathol. 67 : 1507-1511.
29. Ross, J. P. 1972. Influence of Endogone mycorrhiza on Phytophthora rot of soybean. Phytopathol. 62 : 896-897.
30. Schenck, N. C. 1981. Can mycorrhizae control root diseases? Plant Dis. 65 : 230-234.
31. Schenck, N. C., and Perez, Y. 1987. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi—INVAM, pp. 245, Florida Univ., Gainesville, U.S.A.
32. Schenck, N. C., and Smith, G. S. 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. Mycologia 74 : 77-92.
33. Schenck, N. C., and Tucker, D. P. H. 1972. Endomycorrhizal fungi and the development of citrus seedlings in Florida fumigated soils. J. Am. Soc. Hort. Sci. 99 : 284-287.
34. Sch "o" beck, F., and Dehne, H. W. 1977. Damage to mycorrhizal and nonmycorrhizal cotton seedlings by *Thielaviopsis basicola*. Plant Dis. Rep. 61:266-267.

表一、本省柑桔園內之內生菌根菌¹

Table 1. Vesicular-arbuscular mycorrhizae presented in soils of different citrus orchards in Taiwan.

採集地點	菌根形成率(%) ²		厚膜孢子數(個/100ml土壤) ³	
	土表0-15公分根系	土表15公分下根系	土表0-15公分土壤	土表15公分下土壤
觸口1-1	35	27.5	1166	84
觸口1-2	43.3	30	600	26
菜公店1-1	35	43.8	280	186
菜公店1-2	87.5	62.5	96	46
竹崎1-1	72.5	57.5	110	32
竹崎2-1	87.5	32.5	1226	56
竹崎3-1	32.5	32.5	260	96
竹崎4-1	55	89	166	86
池上1-1	13.3	18.3	74	20
瑞穗1-1	25	13.3	360	140
瑞穗2-1	60	18.3	40	6
壽豐1-1	33.3	28.3	494	46
楠西1-1	33.3	26.7	74	46
楠西1-2	40	46.7	126	226
橫路1-1	38.3	43.3	266	146

1. 調查日期 79年3-6月；距土表15公分內及15公分以下之土壤分別採樣。
2. 柑桔根系水洗後經透化染色，切取1公分長之根段40-60段於顯微鏡下鏡檢，求其百分比。
3. 土樣經陰乾後，取出100克經篩網傾注法收集孢子並計算其數目。

表二、*Glomus* 屬不同內生菌根菌對酸桔生長之比較Table 2. Comparison of effects of different species of Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus* on growth of citrus seedlings¹

Species ²	地上部		地下部		菌根形成率(%)
	株高(公分)	鮮重(公克)	根長(公分)	鮮重(公克)	
<i>Glomus:</i>					
<i>aggregatum</i>	42.8	7.0	38.1	2.1	11.7
<i>clarum</i>	40.9	7.2	39.4	3.2	44.6
<i>etunicatum</i>	36.1	5.6	42.8	2.0	47.9
<i>fasciculatum</i>	29.8	3.7	36.9	1.4	1.3
<i>mosseae</i>	30.5	4.5	37.6	1.6	38.8
CK	30.7	4.3	36.3	1.3	0

1. 表列數字代表四重覆之平均值。
2. 各菌種均以玉米繁殖；每株酸桔接種約200個厚膜孢子。

表三、內生菌根菌 *Glomus clarum* 接種柑桔後對其生長之影響¹Table 3. Effect of VAM fungi *Glomus clarum* on growth of citrus seedlings¹

作物	地上部		地下部		菌根形成率 (%)	孢子數/ 100毫升土
	株高 (cm)	莖鮮重 (g)	根長 (cm)	根鮮重 (g)		
廣東檸檬 (<i>C. lemonin</i>)						
M	56.0a ²	14.8a	43.8a	10.4a	25.3	96
CK	49.7a	11.5a	40 a	4.7b	—	—
酸桔 (<i>C. reticulata</i>)						
M	54.5a	11.8a	40.1a	5.7a	17.5	129
CK	39.8b	7.7a	33.8b	3.3b	—	—

1. 表列數字為9重覆之平均值。
2. 鄧肯氏多變域測驗法分析, 5%顯著水準。英文字母相同者表示處理沒有差異。

表四、內生菌根菌 *Glomus clarum* 對百香果生長之影響^aTable 4. Effect of VAM fungi *Glomus clarum* inoculation on the growth of passionfruit seedlings¹

處理	地上部		地下部		菌根形成率 (%)	孢子數/ 100毫升土
	株高 (cm)	莖鮮重 (g)	根長 (cm)	根鮮重 (g)		
M	159.8a ²	35.6a	23.4a	22.1a	51.7	69
CK	130.7b	25.1b	20.3a	10.2b	—	—

1. 表列數字為8重覆之平均值。
2. 鄧肯氏多變域測驗法分析, 5%顯著水準。英文字母相同者表處理無差異。

討 論

台大林宗賢教授問：

請問內生菌根菌在本省柑桔果園實用性如何？又表一之各地柑桔園中菌根菌之調查中，其密度高低不一，其主要原因為何？

嘉義分所程永雄分所長答：

我們第一表的資料，是我們都排好的，最健康才來採集這個圖樣，但是事實上還是有差異，在整個果園的應用，柑桔是非常具可行性的，但是要從育苗開始，把內生菌根在一個溫室培育，到田裏面還要配合有機質的管理才能表現出他的效應，有關內生菌根菌在田間的存活受到環境因子的影響太大了，因為包括土壤的酸鹼度，尤其在最酸性的土壤，很難運用，我們要運用柑桔內生菌根菌有可能，且特別有希望，因為我們已經由青果合作社從事這個育苗的工作，但是我們需要在這育苗的階段輔導建立一個很好的育苗系統，因為內生菌根不是萬靈仙丹還需要其他的配合工作，有機質使他的存活更能提高，而磷肥用的太多、大量的磷反而抑制他的形成，所以不同的地點所表現有些差異。

台大植病蟲系莊再揚教授問：

內生菌根在巴西方面已經用的很好，去年本校有一個林教授回來，他在巴西是在私人公司做，他們篩選出來之後一共用了好幾百枝篩成9菌株混合下去，每年生產的苗木大概有幾十萬株，在巴西柑桔產業使用他們另有一套產生這些菌種的方法，因為內生菌根產生菌種是最麻煩的，在Seminar時我曾問過他，他說他不能回答因為是公司的秘密。

程分所長答：

林明田博士是在巴西Bioplanta，全世界上只有這個地方銷售非常好。

Perspective of Application of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Seedling Production

Yung-Hsiung Cheng, Ming-Fuh Chuang
Chia-Yi Agricultural Experiment Station, TARI

ABSTRACT

Healthy seedling is one of the important factors affecting growth and yield of crops. Providing the best conditions to seedlings for growth and development are also important. Currently, a lot of crop species have been found to form mycorrhizae. This symbiotic structure plays an important role in promoting growth of crops including citrus and many other crops. In the past decades, citrus industry in Taiwan was almost destroyed by likubin and soil-borne diseases. Therefore, healthy citrus seedlings via eliminating likubin pathogen and other systematic pathogens growing in sterile soils were used in the nursery. However, sterilization also killed mycorrhizal fungi in soils. Reintroducing mycorrhizal fungi into nursery soils to solve this problem is necessary. Research and development of practical application of VAM fungi for citrus seedlings has been conducted and will be further extended for other economic crops. But inoculum production is still a problem need to be solved today. The results will be beneficial to practical application of VAM fungi and helpful to solve coming problems in seedling production.

Key Words: Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi \ Mycorrhizae \ Citrus \ Seedlings