

蓮霧之限根

許玉妹

林金和

高雄區農業改良場 國立中興大學植物學系

摘要

本試驗之目的在探討限制根群對蓮霧(*Syzygium Samarangense* Merr. et. Perry)地上部與地下部生長之影響。以一年生粉紅南洋種蓮霧為材料，利用木箱將其根域限制在不同大小的土體範圍內：(A) 30 cm × 30 cm × 45 cm，(B) 45 cm × 45 cm × 45 cm，(C) 60 cm × 60 cm × 60 cm，(D) 90 cm × 90 cm × 90 cm，(E) 120 cm × 120 cm × 120 cm，定期調查地上部之生長量，並於植株生長滿一年及二年時將根圈土體洗淨，調查地上部與地下部之生長量。結果顯示，株高在C，D，E等三處理間無顯著差異，樹冠寬度與主幹直徑則隨根域體積增加而增加。生長滿一年及滿二年時之葉面積、葉片數、地上部總乾重及地下部乾重等，均有隨根域體積增加而增加之趨勢，但枝/根比在處理間則無顯著差異，顯示地上部生長量由地下部生長量所控制，且二者有互相協調之能力。

關鍵字：蓮霧、限制根群、枝/根比。

前言

如何維持果樹每年高產量，枝梢營養生長的控制及重要因素之一。近年來為配合高密度栽培而發展出限制根群的栽培方法⁽¹⁾，限制根群的方法係在定植時利而容器將根群限制在一定的體積內，以抑制根群的正常發育。利而限制根群的方法控制枝梢的生長在桃樹已有報導。Richards⁽²⁾的報告中指出，桃樹種植至第3~4年時，其地上部生長勢與根群生長空間成正比，土體小者可提早開花結果，但產量則以土體大者較高。Williamson及Coston⁽³⁾在行株距2 m × 1 m的高密度栽培下，比較不同種植方式對桃樹生長的影響，結果顯示，限制根群的生長範圍可有效的抑制桃樹的生長勢，及提高開花密度與開花數，果實大小與對照組間亦無顯著差異。而本省蓮霧近年來利而田間長期浸水、斷根、環狀剝皮、主幹刻傷、高劑量施而生長抑制劑，其或平頭式的強剪等方法可將產期由4~5月提前至12月⁽⁴⁾。推測各方法之原理，不外乎在抑制枝梢的營養生長控制枝梢的成熟度，使之轉行生殖生長（花芽分化）。因此對生長旺盛的蓮霧而言，限制根群對地上部營養生長之抑制及花芽分化之促進程度如何，是值得進一步探討的問題。本研究擬將蓮霧之根群限制在不同大小之容積內，調查其根群與枝梢之生育，以瞭解限制根群對抑制枝梢生長之效果。進而利而控制根群範圍內之養分與水分的供應量，以調節枝梢之營養生長與生殖生長，期能為蓮霧的產期調節提供省工易行的方法。

材料與方法

本試驗以一年生粉紅南洋種蓮霧 (*Syzygium Samarangense* Meer. et Perry) 為材料，利而不同大小的木箱：(A) 30 cm × 30 cm × 45 cm，(B) 45 cm × 45 cm × 45 cm，(C) 60 cm × 60 cm × 60 cm，(D) 90 cm × 90 cm × 90 cm，(E) 120 cm × 120 cm × 120 cm，來限制根域的生長範圍。利而充分發酵腐熟之樹皮與田土及泥碳土以 1：2：1 充分混合供為栽培介質，填充於不同規格之木箱中，以防止根群向外擴張。以單株為重覆，每處理 12 重覆。於 1991 年 10 月 18 日種植，種植後利而定時器控制滴灌時間每日充份供水；肥料的供應則採處理間每年供給量相同，但供給頻度不同之方法，即 A，B，C，D，E 各處理，每 1，2，4，8，10 星期分別供給 0.5，1，2，4，5 l 之 500 倍花寶 2 號 (N：P：K = 20：20：20)。地上部則放任生長，自 1992 年 2 月 1 日起定期調查株高、樹冠大小及主幹離地 15 cm 處之直徑。各處理每年取 3 重覆以葉面積儀計算葉面積與葉片數，並將全部葉片及枝條在 70°C 烘乾後稱乾重，隨後將土體洗淨調查根部體積及根的乾物重。

結果與討論

一般而言，熱帶與亞熱帶地區常綠果樹之營養生長均較溫帶果樹旺盛，其花芽分化通常是在營養生長緩慢期進行^(6, 10)，若在花芽分化時營養生長太旺盛，則影響次年之開花與結果。因此枝梢營養生長的控制是重要的栽培技術之一。本試驗以生長旺盛的粉紅南洋種蓮霧為材料，利而木箱將其根域限制在不同大小的土體範圍內，經二年生長植株高度之變化如表一。種植 6 個月後較小的木箱：A (30 cm × 30 cm × 45 cm)，B (45 cm × 45 cm × 45 cm)，C (60 cm × 60 cm × 60 cm)，三處理間株高有顯著差異；但較大的 D 處理 (90 cm × 90 cm × 90 cm) 與 E 處理 (120 cm × 120 cm × 120 cm) 在 22 個月的生育期間，株高在統計上均無顯著差異。樹冠寬度的變化示於表二，種植 6 個月後處理間即有顯著差異，但植後 8 個月內 D 處理之樹冠反而比 E 處理之樹冠大，14 個月後樹冠寬度才有隨栽培盆體積增大而增加之趨勢。主幹直徑之變化示於表三，81 年 2 月 1 日初次調查主幹直徑時，處理間並無顯著差異；但 81 年 4 月 8 日（即種植後 6 個月）處理 A 與處理 B 間已有顯著差異，處理 B、C、D 間則在種植 8 個月後才有顯著差異；D、E 二處理種植後 8 個月內主幹直徑不但無顯著差異，而且 D 處理之主幹直徑反而大於 E 處理，直到種植 14 個月後統計上才有顯著差異。

表一、栽培盆大小對株高之影響

Table 1. Effect of container size on plant height

| Container size (L x W x H cm) | Months after planting | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | 3.5 | 6 | 8 | 11 | 14 | 18 | 22 |
| 30 x 30 x 45 | 97.0 a ¹ | 103.0 c | 109.0 c | 121.0 d | 131.0 c | 160.0 c | 167.0 c |
| 45 x 45 x 45 | 104.2 a | 113.0 b | 121.0 c | 156.7 c | 172.0 b | 190.7 b | 221.7 b |
| 60 x 60 x 60 | 112.7 a | 124.0 a | 138.5 b | 176.0 bc | 188.3 b | 215.0 ab | 248.3 a |
| 90 x 90 x 90 | 117.0 a | 122.3 a | 158.7 a | 202.0 a | 218.0 a | 238.3 b | 260.8 a |
| 120 x 120 x 120 | 110.8 a | 129.8 a | 166.7 a | 196.0 ab | 216.0 a | 228.3 a | 260.0 a |

¹ Values within columns followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

表二、栽培盆大小對樹冠寬度之影響

Table 2. Effect of container size on canopy width

| Container size (L x W x H cm) | Months after planting | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3.5 | 6 | 8 | 11 | 14 | 18 | 22 |
| 30 x 30 x 45 | 82.0 a ¹ | 88.2 c | 93.2 d | 135.3 c | 140.0 e | 156.3 c | 174.6 d |
| 45 x 45 x 45 | 88.0 a | 103.7 b | 116.0 c | 150.0 c | 158.0 d | 192.5 b | 211.0 c |
| 60 x 60 x 60 | 90.0 a | 108.0 ab | 142.0 b | 172.6 b | 191.0 c | 203.1 b | 220.4 c |
| 90 x 90 x 90 | 90.8 a | 118.7 a | 180.2 a | 212.0 a | 217.5 b | 234.6 a | 243.8 b |
| 120 x 120 x 120 | 81.7 a | 101.5 b | 166.7 a | 219.0 a | 233.3 a | 242.3 a | 271.0 a |

¹ Values within columns followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

表三、栽培盆大小對主幹直徑變化之影響

Table 3. Effect of container size on trunk diameter

| Container size (L x W x H cm) | Months after planting | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 3.5 | 6 | 8 | 11 | 14 | 18 | 22 |
| 30 x 30 x 45 | 2.05 a ¹ | 2.09 b | 2.54 d | 2.96 d | 3.94 e | 4.51 d | 5.18 e |
| 45 x 45 x 45 | 2.21 a | 2.31 a | 2.94 c | 3.57 c | 4.91 d | 5.19 c | 5.82 d |
| 60 x 60 x 60 | 2.18 a | 2.50 a | 3.39 b | 4.32 b | 5.67 c | 6.18 c | 7.16 c |
| 90 x 90 x 90 | 2.22 a | 2.61 a | 3.82 a | 4.83 a | 6.38 b | 7.34 b | 8.00 b |
| 120 x 120 x 120 | 2.27 a | 2.62 a | 3.60 ab | 5.11 a | 7.15 a | 8.32 a | 9.06 a |

¹ Values within columns followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

由以上結果顯示，蓮霧在不同大小的栽培盆內經二年生長後，地上部的株高、樹冠、主幹直徑，均有隨栽培盆體積增加而增加之趨勢，顯示限制根群可有效控制地上部生長量，與Richards & Rowe[®]的報告有相似的結果。根據Richards[®]的報導，將桃樹根群限制在0.5, 2.0, 3.0 m³ (各相當於500、2,000、3,000 l) 的土體內生長，給予適當的灌溉及肥料，且不予修剪，則第一、二年對主幹的加粗並沒有顯著的影響，第三及第四年時生長勢則與根群的生長空間成正比。而本試驗中A, B, C、D四處理 (土體平均各為40, 75, 165, 525 l) 在種植後8個月時，主幹直徑在處理間已有顯著差異。而D處理與E處理 (土體平均1,275 l) 則在種植14個月後才有顯著差異。由此結果推測，生長旺盛的蓮霧在小於165 l的土體內生長6至8個月時其生長即受抑制；而525 l處理者種植14個月後生長才受到影響。但桃樹在500 l土體內生長至第三年生長才受抑制[®]，此可能與蓮霧是週年生長的常綠果樹，而桃為落葉果樹生長季較短有關。

蓮霧植株在不同栽培盆中經一年及二年生長後，分別於81年10月及82年10月從12月重覆中任選三重覆，拆箱後以高壓水將栽培介質沖洗乾淨，隨後分別調查葉片數、葉面積及葉片、枝條與根部的乾物重，結果示於表四及表五。由表四第一年調查結果顯示，所有調查項目均有隨栽培盆體積增大而增加的趨勢，但統計上不同調查項目在處理間則有不同差異程度。其中葉片數，葉面積及根體積，處理間有相同的差異性，即A與B, B與C無顯著差異，C, D, E三處理則有顯著差異。至於根之乾物重A與B, B與C, 及D與E各二處理間並無顯著差異

。若以地上部枝梢總乾重（葉片及枝條的乾重和）除以根的乾重來表示枝/根比，則枝/根比維持在 3.9 至 4.3 之間，且處理間並無顯著差異。表五為第二年的調查結果，各調查項目的生長量均比第一年增加 2 倍以上，而且葉面積，葉片數，根體積，枝梢總乾重及枝/根比等，在處理間與第一年有相同的趨勢，但根的乾重在 D，E 二處理則有顯著差異。植物的地上部與地下部的生長具有互相調整的能力，每種作物之枝/根比有維持一定比值的特性^(2, 5)。而依 Richards & Rowe⁽⁶⁾的報導，在水耕栽培下限制桃樹幼苗根群的生長空間，可明顯抑制地上部與地下部的生長，但對枝/根比之影響不大。本試驗連續二年的調查資料（表四、表五）顯示，在不同栽培盆大小內生長的蓮霧，其枝/根比在統計上並無顯著差異，顯示在不同根域範圍內生長之蓮霧，其地上部的生長量是由地下部的生長量所控制，而且二者之間有維持一定比值的能力。又各處理第二年枝/根比之比值（表五），均比第一年枝/根比之比值低（表四），此與 Kramer & Kozlowski⁽⁶⁾及 Avery⁽⁹⁾的報導，枝/根比有隨樹齡增加而降低之趨勢相符。

表四、栽培盆大小對第一年地上部與地下部生長量之影響

Table 4. Effect of container size on the first year shoot and root mass of wax apple

| Container size (L x W x H cm) | Leaf area (cm) | Leaf number (leaves x 1000) | Shoot D.W. ¹ (kg) | Root D.W. (kg) | Shoot/root | Root volume (l) |
|----------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|--------------------|
| 30 x 30 x 45 | 4.81 d ² | 0.90 d | 1.15 e | 0.29 c | 3.94 a | 0.50 d |
| 45 x 45 x 45 | 6.85 cd | 1.27 cd | 1.87 d | 0.43 bc | 4.32 a | 0.82 cd |
| 60 x 60 x 60 | 10.65 d | 1.71 c | 3.05 c | 0.77 b | 3.98 a | 1.12 c |
| 90 x 90 x 90 | 17.05 b | 2.94 b | 4.47 b | 1.15 a | 3.90 a | 2.05 b |
| 120 x 120 x 120 | 24.26 a | 4.53 a | 5.97 a | 1.33 a | 4.49 a | 2.70 a |

¹ D. W.: dry weight.

² Values within columns followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

表五、栽培盆大小對第二年地上部與地下部生長量之影響

Table 5. Effect of container size on the second year shoot and root mass of wax apple

| Container size (L x W x H cm) | Leaf area (cm) | Leaf number (leaves x 1000) | Shoot D.W. ¹ (kg) | Root D.W. (kg) | Shoot/root | Root volume (l) |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|--------------------|
| 30 x 30 x 45 | 15.34 d ² | 2.03 d | 3.35 e | 1.03 d | 3.27 a | 2.23 d |
| 45 x 45 x 45 | 18.31 cd | 3.03 cd | 6.79 d | 2.04 cd | 3.45 a | 3.84 cd |
| 60 x 60 x 60 | 22.08 c | 4.13 c | 8.56 c | 3.03 bc | 2.92 a | 5.62 c |
| 90 x 90 x 90 | 39.14 b | 8.17 b | 12.05 b | 4.36 b | 2.77 a | 10.25 b |
| 120 x 120 x 120 | 63.83 a | 11.25 a | 22.40 a | 7.14 a | 3.22 a | 19.06 a |

¹ D. W.: dry weight.

² Values within columns followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

至於限制根群對產量之影響，依 Richards⁽⁹⁾的報告，將桃樹根群限制在 0.5，2.0 及 3.0 m³ 的土體內生長，經四年的調查，根群土體的大小對桃果重之影響不大，但卻是產量的限制因子之一。Williamson 及 Conton⁽¹⁴⁾ 以浸泡丙稀酸乳膠 (acrylic latex) 的聚脂纖維 (polyester fabric) 覆蓋在寬 90 cm 深 30 cm 的 V 字形溝渠，以限制桃樹根群的分佈，經三年調查結果顯示，限制根群生長空間不但有抑制地上部生長勢的效果，而且可以提高單位枝長的開花密度及每節開花數

，但對果實大小及產量並無不良影響。本試驗的蓮霧自80年10月種植後經一年半的生長，在81年4月至6月間第一次結果，產量如表六，單株產量在A，B，C，D四處理間，產量與栽培盆大小成正比，而最大土體的E處理產量則比D處理還低，若換算成以單位主幹橫截面積的產量來表示產量效率 (yield efficiency) 亦有相同趨勢，顯示在某一土體範圍內土體的大小是限制產量的因素之一。至於E處理產量低於D處理之原因，推測可能蓮霧在1,275 l (E處理) 的土體生長一年半期間內，其根部尚未受到抑制，故其地上部生長過於旺盛所致。不過就蓮霧而言，第一年的結果量並不具代表性，僅能供參考，因此在限制根群下對蓮霧結果之影響尚待進一步的評估。

表六、栽培盆大小對第一年產量與產量效率之影響

Table 6. Effect of container size on first year yield and yield efficiency of wax apple

| Container size (L x W x H cm) | Yield (kg/tree) | Trunk cross sectional area (cm) | Yield efficiency (cm) |
|----------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 30 x 30 x 45 | 0.6 | 16.5 | 40 |
| 45 x 45 x 45 | 2.5 | 26.7 | 97 |
| 60 x 60 x 60 | 4.5 | 34.7 | 131 |
| 90 x 90 x 90 | 10.8 | 45.7 | 238 |
| 120 x 120 x 120 | 8.7 | 57.5 | 150 |

限制根群的生長為何能有效控制地上部之生長與發育？Richards⁽⁹⁾認為地上部與地下部間的協調作用 (co-ordination) 不能以單純的 sink-source 關係來解釋，認為控制的機能可能是根部荷爾蒙。因為根是產生 cytokinins^(4,12)，GAs⁽⁷⁾ 及 amino compounds⁽¹³⁾ 的器官，這些物質可能在調節根與枝條生長時扮演重要角色。因此 Williamson 及 Coston⁽¹⁴⁾ 由桃樹的結果推測，根在被限制的空間內生長時，可能抑制根部某些物質的合成或運輸，進而抑制地上部的生長勢，並促進桃樹花芽分化增加開花數。總之，至目前為止有關限制根群對地上部生長與發育之控制機制仍僅推測，直接而有利的證據則尚待更多的研究與努力。

誌 謝

本試驗承行政院農委會經費補助 (81農建-12.2-糧55(1); 82科技-2.2-糧-61(1))，試驗期間承蒙中興大學宋濟民教授、林正鈞教授、曾夢蛟教授、台灣大學高景輝教授提供寶貴意見，以及高雄區農業改良場鍾志洪先生全力協助田間管理及調查，在此一併誌謝。

參考文獻

1. 王德男 1983 促進蓮霧提早開花調節產期之研究II · 化學藥劑及耕作處理對蓮霧催花效果之研究 中華農業研究 32(2) : 129~1383。
2. Atkinson, D. 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. Hort. Rev. 2 : 242 - 490.
3. Avery, D. J. 1970. Effects of fruiting on the growth of apple trees on four rootstock varieties. New Phytol. 69 : 19 - 30.
4. Kende, H. 1965. Kinetin-like factors in the roots of sunflowers. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 53 : 1302 - 1307.
5. Kramer, P. J. and T. T. Kozlowski. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press, New York. In Geisler, D. and D. C. Ferree. 1984. Response of plants to root pruning. Hort. Review 6 : 155 - 188.
6. Menzel, C. M. 1983. Scientia Horticulturae 21 : 201 - 215.
7. Phillips, I. D. J. and R. L. Jones. 1964. Gibberellin like activity in bleeding sap of root systems of *Helianthus annuus* detected by a new dwarf pea epicotyl assay and other methods. Planta 63 : 269 - 278.
8. Richards, D. and R. N. Rowe. 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-Benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. Ann. Bot. 41 : 729 - 740.
9. Richards, D. 1986. The growth and productivity-the role of roots. Acta Hort. 175 : 27 - 36.
10. Scholefield, P. B., Sedgley, M. and Alexander, D. Mee. 1985. Scientia Horticulturae 25 : 99 - 110.
11. Shu, Z. H., D. N. Wang and T. F. Sheen. 1990. Techniques for producing off-season wax apples. p.27 - 37. In J. Bay-Peterson (ed.) "Off-season production of horticultural crops". Food and Fertilizer Technology Centen Book series No. 41.
12. Sitton, D., C. Itai and K. Kende. 1967. Decreased cytokinin production in the roots as a factor in shoot senescence. Planta 73 : 296 - 300.
13. Wareing, P. F. 1970. Growth and its co-ordination in trees In: L. C. Luckwill and C. V. Cutting. eds. Physiology of Tree Crops. p.1 - 21. Academic Press, London and New York.
14. Williamson, J. G. and D. C. Coston. 1990. Planting method and irrigation rate influence vegetative and reproductive growth of peach planted at high density. J. Amer. Hort. Sci. 115 : 207 - 212.

Root Restriction of Wax-apple

Yu-Mei Hsu and Chin-Ho Lin

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of root restriction on the retardation of top and root growth. One-year-old of self-rooted wax-apple trees were planted in various sizes of containers namely: (A) 30 cm × 30 cm × 45 cm, (B) 45 cm × 45 cm × 45 cm, (C) 60 cm × 60 cm × 60 cm, (D) 90 cm × 90 cm × 90 cm and (E) 120 cm × 120 cm × 120 cm. Media were prepared by peat, field soil and bark compost (1:2:1 on volume basis). After two year's growth, the data showed that the plant height among treatment C, D and E were non-significantly different, but both canopy width and trunk diameter increased with increasing media volume. At the end of the first year's and the second year's growth, all the collected parameters of vegetative growth, including leaf number, leaf area, total shoot dry weight and root dry weight, increased with increasing media volume. However, the shoot/root ratios were non-significantly different among treatments. The data indicated that root restriction was an effective approach to reduce both shoot and root growth, and root restriction did not alter the shoot/root ratio.

Key words: wax-apple, root restriction, shoot/root ratio.