

改進臍橙結實與品質之研究

郭銀港¹ 林芳存¹ 呂明雄²

¹國立嘉義農專園藝科講師

²國立嘉義農專農場管理科教授

摘 要

華盛頓臍橙以不同柑橘栽培品種進行人工授粉均可增加其著果率，經授粉處理後果實的品質與未授粉處理組間差異未達顯著水準，惟其種子數含量顯著的增加。

在開花前 1 及 4 週將華盛頓臍橙之枝條行環狀剝皮處理可增加果實之著果率，但對果實的品質無顯著影響。

於花蕾期、盛花期及落花期對華盛頓臍橙之枝條行環狀刻傷處理均可提高著果率，尤以盛花期處理者其效果最佳。經刻傷處理後果實品質與未處理間差異未達顯著水準。

關鍵詞：華盛頓臍橙、授粉、環狀剝皮、環狀刻傷、果實品質。

前 言

柑橘為本省最大宗之園藝作物，栽培面積已超過 49,313 公頃⁽²⁾，其中以柳橙、椪柑、桶柑三品種佔 85% 以上。近年來，本省柑橘遭遇嚴重之滯銷問題，其中原因雖多，如栽培品種少，違背了消費多樣化之趨勢，造成本省柑橘產銷上問題之一。為因應本省未來柑橘消費多樣化趨勢，積極發展具有高品質之新品種，乃為目前極為重要課題之一。

臍橙 (Navel) 是一果形大、色澤優美、種子少且品質優良之甜橙類，其果品廣為全世界消費者所喜愛、尤其在歐美國家之柑橘生產及消費形態中其鮮銷甜橙類大多以臍橙為主。因此，臍橙已成為世界上各柑橘生產國十分重視且迅速發展之品種。為開發本省未來甜橙鮮銷市場，臍橙應極具發展潛力。

臍橙為雄不孕性 (Male sterility)，無法形成正常花粉，雖具單為結果習性，但其著果率仍較其他柑橘為低^(4,8,11)，本省早期亦有農友嘗試種植華盛頓臍橙 (Washington Navel)，卻因其結實率過低，致使農民栽植意願低落。因此，如何提高臍橙之著果率，產量及品質乃為發展本省臍橙產業最為迫切之問題。

國外研究報告指出利用人工授粉^(5,6,7)或將樹幹、枝條進行環狀剝皮處理^(9,10,14,15)均可提高臍橙之著果率，但國內對臍橙尚無有關之研究報告。本研究之目的，乃利用本省現有之柑橘經濟栽培品種之花粉進行人工授粉，希望尋求能提高臍橙結實率與品質之授粉樹；再則探討枝條刻傷和環狀剝皮等栽培技術，對提高臍橙結實率之效果，以提供日後農民栽植的參考。

材料與方法

本試驗係在南投縣水里鄉廖姓農友所栽植之 10 年生華盛頓臍橙 (*Citrus sinensis* L. Osbeck. cv. Washington Navel) 園地中進行。該果園為向東坡地，午後日照較差但栽培管理工作尚可。於民國 79 年至 80 年兩年間進行以下之試驗工作。

一、不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響

(一)花粉收集及花粉活力測定

民國 79 年授粉用的花粉係於授粉之前一天，在試驗園地附近柑橘園中採集即將開放之葡萄柚 (*C. paradisi* Macf.)、橘柚 (*C. tangerina* X *C. grandis*)、柳橙 (*C. sinensis* L. Osbeck.) 與椪柑 (*C. reticulata* Blanco) 之花苞，分別去除花瓣後取出花藥，置於硫酸紙袋內於 25–28 °C 溫度下促進花藥成熟開裂，隨即將花粉收集備用。

另於民國 80 年在嘉義地區柑橘園收集即將開放之葡萄柚、白柚 (*C. grandis* Osbeck) 與柳橙之花苞，採回實驗室內，以鑷子取下花藥，置於乾燥器內使其開裂後收集之，再與乾燥劑一同裝入玻璃瓶內，同時貯存於冰箱之冷藏室備用。此二年所使用授粉品種之部分花粉均分別攜回嘉義農專研究室，利用 0.01 % Fluorescein diacetate (FDA) + 4 % 蔗糖液染色兩分鐘後，於螢光顯微鏡下進行花粉活力測定。

(二)人工授粉

於試驗果園中選擇具混合芽之新梢 (*Leafy bloom*)，除保留即將綻放之一花朵外，其餘花朵全部摘除，分別以上述所採集之各種授粉品種的花粉加以人工授粉後，再套以白色耐水紙袋。民國 79 年之授粉品種為葡萄柚、橘柚、柳橙與椪柑，每授粉處理為 25 朵花，共四處理，三重複。民國 80 年則以葡萄柚、白柚及柳橙為授粉品種。每授粉處理為 75 朵花，共三處理，四重複。另以未授粉者套以白色耐水紙袋為對照組。授粉後，果樹同農民一般之管理方式。

果實分別於民國 79 年 12 月 29 日和民國 80 年 12 月 14 日採收，調查結果數後置於紙箱中攜回研究室進行品質調查。果實逐果秤重之，橫切兩半，於赤道線處以測微器測量果皮厚度後，利用榨汁機榨汁，計算種子數，果汁則供可溶性固形物和可滴定酸度含量測定。可溶性固形物含量之測定係以手提式糖度計測定，以 *Brix* 表示之；可滴定酸度之含量則取 5ml 之果汁加 45ml 之去離子水，以 0.1N NaOH 標準液 (默克公司出品) 滴定至 pH 8.1 並換算成檸檬酸含量 (%) 表示之。

二、枝條環狀剝皮對華盛頓臍橙結實與品質之影響

民國 79 年，在開花前 4 週 (1 月 23 日) 及 1 週 (2 月 15 日) 於同株樹選擇直徑約 1.5 公分之枝條、在近基部處進行環狀剝皮處理，剝皮寬度約 1–1.5 公分，以無行環狀剝皮處理之枝條為對照組。每處理為 4 枝條，共三處理，計處理 5 株樹。果實於 12 月 29 日採收，調查著果率、果重、果皮厚度、種子數、並測定可溶性固形物及分析可滴定酸度之含量，方法如上述。

三、枝條環狀刻傷對華盛頓臍橙結實與品質之影響

民國 80 年則於花蕾期 (2 月 21 日)、盛花期 (3 月 6 日) 及落花後 (3 月 14 日) 在同株樹選擇直徑約 2–3 公分之枝條，於近基部處進行環狀刻傷處理、並以無環狀刻傷處理之枝條為對照組。環狀刻傷處理係以環刻刀繞行枝條一周，以不傷及木質部為原則。每處理為 2 枝條、共三處理、處理三株樹。果實品質分析則於 12 月 14 日採收果實，調查著果率、果重、果皮厚度、種子數、並測定可溶性固形物及分析可滴定酸度之含量，方法如上述。

結 果

一、不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響：

不同授粉品種之花粉活力經檢定後其結果如表 1. 所示、民國 79 年於試驗區附近所採集之授粉品種中以葡萄柚花粉活力最高 (58.3%)、次為橘柚 (48.5%) 和椪柑 (47.6%)、柳橙之花粉活力最差只有 44.6%。

在民國 80 年於嘉義地區附近所採集授粉品種之花粉中、則以白柚花粉活力最高 (91.9%)、次為葡萄柚 (78.0%)、柳橙之花粉活力亦是最差只有 69.5%。

表 1. 不同授粉品種花粉活力之檢定

Table 1. The viability of the pollen of various pollenizer

Year	Var. of pollenizer	No. of pollen (grain)	FDA viability (%)
1990	Ponkan	634	47.6
	Minneola tangelo	853	48.5
	Liu - cheng	679	44.6
	Grapefruit	503	58.3
1991	Liu - cheng	761	69.5
	Grapefruit	704	78.0
	Pei - yu	666	91.9

經各授粉品種授粉後對華盛頓臍橙結實與品質之影響，其結果如表 2. 所示，民國 79 年之授粉處理者其結實率以橘柚和椪柑較佳分別為 12.0%、8.2%，與對照組間具有顯著差異。而以葡萄柚、柳橙授粉處理者其結實率分別為 5.3%、2.7% 與對照組 (2.7%) 間其差異未達顯著水準。而民國 80 年以葡萄柚、白柚、柳橙授粉處理者其結實率分別為 8.3%、7.3%、5.7%，在三處理間差異未達顯著水準、而對照組果實皆於生長期中掉落。

經不同授粉處理後之華盛頓臍橙果實，其果皮厚度、果重、可溶性固形物與可滴定酸度含量，與對照組間差異未達顯著水準，但經授粉後之臍橙果實內均含有種子，民國 79 年之試驗以柳橙、椪柑授粉者，平均每一果實內之種子數最多分別為 3 粒及 2.4 粒、明顯高於其它三處理。而以橘柚和葡萄柚授粉者雖平均每一果實分別含有 1.2 粒、1.0 粒之種子、但其與對照組間差異未達顯著水準。而民國 80 年之試驗則以白柚授粉者每一果實內其平均種子數高達 9.5 粒、柳橙次之 (9.3 粒)、葡萄柚則為 4.9 粒、而對照組之果實於生長期中皆掉落之無果實可供比較。

表 2. 不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響

table 2. Effect of various pollenizer on fruit setting and quality of 'Washington' Navel orange fruits

Year	Var. of pollenizer	Final set (%)	No. of seed per fruit	Weight (g) per fruit	Soluble solid (Brix)	Titration acidity (as citric acid %)
1990	Ponkan	8.2 a	2.4 a	311.1 a	9.9 a	0.57 a
	Minneola					
	Tangelo	12.0 a	1.2 b	317.0 a	9.8 a	0.62 a
	Liu - cheng	2.7 b	3.0 a	303.2 a	9.4 a	0.63 a
	Grapefruit	5.3 b	1.0 b	297.7 a	10.4 a	0.64 a
	C K	2.7 b	0 b	339.8 a	10.1 a	0.59 a
1991	Pei - yu	7.3 a	9.5 a	322.4 a	11.5 a	0.78 a
	Liu - cheng	5.7 a	9.3 a	358.9 a	11.7 a	0.76 a
	Grapefruit	8.3 a	4.9 b	339.6 a	10.1 a	0.79 a
	C K	0 b	---	---	---	---

* 1990年2月23日授粉,12月29日採收、1991年3月6日授粉,12月14日採收。

** : Means followed by different letters are significantly different at the 5 % level by Duncan's Multiple Range Test.

二枝條環狀剝皮對華盛頓臍橙結實與品質之影響

由表 3. 可知, 華盛頓臍橙之枝條於開花前 4 週 (1 月 23 日) 進行環狀剝皮處理, 著果率最高 (19.8 %), 其次為開花前 1 週 (2 月 15 日) 處理者 (12.2 %), 皆優於未處理者 (5.1 %), 顯示於開花前 1 及 4 週進行枝條環狀剝皮可有效提高臍橙之著果率。而不同時期環狀剝皮處理對臍橙果實品質並無顯著之影響。

表 3. 枝條環狀剝皮對華盛頓臍橙結實與果實品質之影響

Table 3. Effect of branch girdling on fruit setting and quality of 'Washington' Navel orange fruits

Wk before blossom	Final set (%)	No. of seed per fruit	Weight (g) per fruit	Soluble solid (°Brix)	Titration acidity (as citric acid %)
4	19.8 a	0 a	312.7 a	9.8 a	0.63 a
1	12.2 a	0 a	302.3 a	9.6 a	0.66 a
C K	5.1 b	0 a	305.3 a	10.6 a	0.50 a

* 1990年2月23日開花,12月29日採收。

** : Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

三、枝條環狀刻傷對華盛頓臍橙結實與品質之影響

由表 4. 可知，華盛頓臍橙之枝條於 3 月 6 日（盛花期）進行刻傷處理，其著果率最高（28.1 %），其次為 3 月 14 日（落花期）處理者（16.8 %），2 月 21 日（花蕾期）處理者著果率最低（11.9 %），但皆比未處理者高（7.8 %）。不同時期對枝條行刻傷處理均與對照組間有顯著差異，尤以盛花期進行處理者其效果最佳。不同時期環狀刻傷處理對臍橙果實品質之影響，結果如表 4. 所示，各處理間均無顯著之差異。

表 4. 枝條環狀刻傷對華盛頓臍橙果實品質之影響

Table 4. Effect of branch scoring on fruit setting and quality of 'Washington' Navel orange fruits

Date of scoring	Final set (%)	No. of seed per fruit	Weight (g) per fruit	Soluble solid (^o Brix)	Titration acidity (as citric acid %)
2 / 21	11.9 b	0.2 a	270.8 a	10.1 a	0.68 a
3 / 06	28.1 a	0.1 a	253.9 a	10.1 a	0.68 a
3 / 14	16.8 b	0.1 a	253.9 a	10.3 a	0.71 a
C K	7.8 c	0.8 a	274.0 a	10.5 a	0.68 a

* 1991 年 3 月 2 日開花, 12 月 14 日採收。

** : Means followed by different letters are significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

討 論

一、不同授粉品種對華盛頓臍橙結實與品質之影響

本試驗所使用授粉品種之花粉活力，以柳橙及葡萄柚為例兩年間之差異極大（表 1.），推測其原因可能為栽培地區氣候條件及收集花粉時花朵之成熟度不同所造成之影響。因 79 年於試驗地區內以華盛頓臍橙最早開花，葡萄柚與橘柚次之、而柳橙、椪柑之花期最晚。而 80 年於嘉義地區則以白柚開花最早，次為葡萄柚，柳橙最遲。臍橙屬於單為結果性（Parthenocarpic）柑橘，其子房內雖含有較高量的 Auxin，但對於果實之生長上仍稍嫌不足，易造成大量的生理落果^(3,4,8,10)、花粉能直接或間接的提供子房發育所需之 Auxin，減少果實早期的生理落果，提高果實之著果率。經由兩年間之試驗結果得知（表 2.），授粉處理確實可大幅提高臍橙之著果率。

經授粉處理之臍橙果實的品質與未處理間雖無顯著差異，但經授粉後其果實內種子數會增加；於 80 年度經授粉處理之臍橙果實其平均種子數皆較民國 79 年處理者為多（表 2.），推測其原因可能與花粉活力有關係（表 1.）。另外，雖然單一果實之重量未因授粉而增加，但著果率卻增加 2 至 3 倍（表 2.），故總產量可因授粉而提高。

El-Tomi 氏⁽⁷⁾指出利用不同之甜橙類品種花粉授於臍橙可提高其著果率，且會隨授粉品種之不同其果實內種子數含量亦不同，本實驗之結果與其相類似。臍橙本為一種子數少之品種，如經授粉後其種子數增加會降低其商品價值，而且利用人工授粉因其處理過程需花費大量勞力，因此尋求適當授粉品種及授粉方法之省工化或以混植授粉樹及放置授粉昆蟲之方式來代替人工授粉，以達栽培實用化，實有進一步探討之必要。

二、枝條環狀剝皮或環狀刻傷對華盛頓臍橙結實與品質之影響

利用枝條環狀剝皮或環狀刻傷之栽培技術來提高果樹著果率及品質已被許多研究者所認定^(3,5)，對臍橙枝條進行環狀剝皮或環狀刻傷處理可有效提高其著果率^(14,15)。於枝幹上進行環狀剝皮或環狀刻傷處理可減緩枝條的生長，阻止有機養分與生長物質由處理枝條向其它部分移出，使有機養分與生長物質在傷口上方累積 Schaffer 氏⁽¹⁷⁾等指出 'Murcott' 及 'Shamouti' 經環剝後其枝條與葉片之澱粉及還原糖含量會增加且可提高結實率，於其它柑橘品種亦有相似之結果⁽¹⁸⁾。本實驗之結果顯示，於開花前 4 週及開花前 1 週將華盛頓臍橙之枝條進行環狀剝皮處理或於花蕾期至落花期進行環狀刻傷處理之枝條，均較未處理者其結實率為高，推測其可能與碳水化合物之累積量有關，值得再作進一步之研究。另外，環狀刻傷（或剝皮）雖對著果有促進之效果，但對樹勢，葉片光合作用，氣孔傳導（stomatal conductance）皆有影響，故是否可連年進行，有待進一步評估。

參考文獻

1. 李金龍。1987。園藝作物花粉活力測定與貯藏之研究。科學農業 35 (11-12): 347-356.
2. 臺灣省農林廳。1990。臺灣農業年報。
3. Agusti, M., F. Garcia-Mari and J. L. Guardiola, 1982. The influence of flowering intensity on the reproductive structures in sweet orange. *Scientia Hort.* 17: 343-352.
4. Davies, F. S. 1983. Navel orange fruit drop: problems and progress. *Citrus Ind.* 64:8-27.
5. Davies, F. S. 1986. The navel orange. *Hort. Rev.* 8:129-180.
6. DeLange, J. H. and A. P. Vincent. 1972. Evaluation of different cultivars as cross-pollinators for the 'Washington' navel sweet orange. *Agroplanta* 4:49-56.
7. El-Tomi, A. L. 1957. Effect of cross-pollination on June drop, preharvest drop and cropping in 'Washington' navel orange. *Ann. Agr. Sci.* 2(2): 249-266.
8. Forst, H. B and R. K. Soost 1968. Seed reproduction: development of gametes and embryos. In "The citrus industry" W. Reuther., L.D. Batchelor and H.J. Webber (eds). Univ. of California Press, Berkeley. p290-324.
9. Krezdorn, A. H. 1960. The influence of girdling on fruiting of Orlando' tangelos and navel oranges. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 73: 49-52.
10. Krezdorn, A. H. 1965. Fruit setting problems in Citrus. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Caribb. Reg.* 9: 85-92.
11. Lima, J. E. O., and F. S. Davies. 1981. Fruit set and drop of Florida navel orange. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 94: 11-14.

12. Monselise, S. P., R. Goren and I. Wallerstein. 1972. Girdling effects in orange fruit set and young fruit abscission. *HortScience* 7 (5):514 – 515.
13. Noel, A. R. A. 1970. The girdled tree. *Bot. Rev.* 36 : 162 – 195.
14. Puffer, R. E. 1963. Girdling and pruning mature navel orange trees. *Calif. Citrogr.* 48 : 424.
15. Rackham, R. L. 1966. Girdling mature navel orange trees. *Calif. Citrogr.* 51: 398.
16. Rouse, R. E. 1988. Major citrus cultivars of the world as reported from selected countries. *HortScience* 23 : 680 – 684.
17. Schaffer, A. A., E. E. Goldschmidt., R. Goren and D. Galili. 1985. Fruit set and carbohydrate status in alternate and nonalternate bearing Citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 (4) : 574 – 578.
18. Wallerstein, I., R. Goren and S. P. Monselise. 1974. The effect of girdling on starch accumulation in sour orange seedlings. *Can. J. Bot.* 52:953 – 957.

Studies on the Improving Fruit Set and Quality of Navel Oranges (*Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Washington Navel)

Yin-Kang¹ Kuo Fan-Tswen Lin¹ and Ming-Hsiung Leu²

Instructors¹, Department of Horticulture
Professor², Department of Farm Management
National Chia-yi Institute of Agriculture

Summary

Cross-pollination with various varieties of Citrus could improve fruit setting and increase the seed number of 'Washington' navel oranges; however, it could not improve fruit quality.

Girdling of limbs of navel trees 1 or 4 weeks before anthesis could increase fruit setting, but it not affect fruit quality significantly. In addition, scoring of limbs of navel trees at pre-bloom, mid-bloom and the end of bloom could increase fruit setting but could not improve fruit quality as the girdling treatment. The scoring treatment at mid-bloom is most efficient.

Key words: 'Washington' Navel orange, Pollination, Girdling, Scoring, Fruit quality.