

藥劑對椪柑果實提早著色、採前落葉與落果及經模擬低溫檢疫對其貯藏品質之影響¹

陳盟松²

摘 要

椪柑為中部地區重要的果樹產業之一，為配合椪柑外銷作業，提早採收並施予低溫檢疫處理為整個產銷作業必要之流程。然而早採椪柑及低溫檢疫處理常導致轉色程度不足，因之本試驗乃進行益收生長素(ethephon)及NAA藥劑對椪柑果實提早、採前落葉與落果及經模擬低溫檢疫對其貯藏品質之影響試驗。試驗結果顯示椪柑雖經採後乙烯催色及15°C貯藏仍無法完全轉為橙黃色。於果實採收前1個月利用40~400 mg kg⁻¹益收生長素及300 mg kg⁻¹ NAA溶液直接噴施果實，有利於椪柑果實在採收前提早轉色。但隨益收生長素施用濃度提高結果枝的落葉率也相對增加。在採收後果實品質處理方面，400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理組之果實周徑及可溶性固形物小於其他處理，酸度偏高且落葉率達38.9%。其餘不同濃度益收生長素處理之果實品質則與對照組無顯著差異。因此，果實採收前1個月利用40~100 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理則有利於果實轉色且不影響果實品質。

關鍵詞：椪柑、轉色、益收生長素、檢疫處理

前 言

臺灣外銷日本之椪柑(*Citrus reticulata* Blanco)需經連續低溫(0~1°C)檢疫處理14天，加上船運所需之時間共長達3星期，而椪柑外銷至日本以聖誕節前需求最大，因此提早採收半轉色之椪柑，於15°C下放置20日雖可轉色，但早採椪柑多呈半黃半綠或全綠的狀態，易導致採收貯藏後的果實轉色程度不佳^(4,5)。然而，一般黃色外觀的椪柑其市場接受度低於橙色果實，不受消費者青睞。

柑桔果皮色素分布在外果皮-黃皮層(flavedo)中，一般柑桔果實轉色時機為秋冬之際，日照減短、夜溫降低、日夜溫差增加時，果皮所含的葉綠素開始降低，同時類胡蘿蔔素開始增加⁽¹²⁾，使果皮由綠色變為黃色，之後再轉為橙色。目前在採收前提早果實轉色方式分別為，於果實生長後期抑制樹體的營養生長，減少柑桔果實生長後期氮肥施用及水分灌溉⁽¹⁰⁾。果實生長發育期施用植物生長抑制劑，如在夏梢抽萌前葉面或土壤使用paclobutrazol⁽¹⁴⁾或在果實

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0892 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

發育後期葉面噴施prohexdione-calcium或S-ABA，亦可提高果實採收時果皮的轉色程度^(1,2,3,8)。利用遮光的方式，阻絕果實與光線接觸的機會，可使葉綠素降解，有利於果實轉色的提早發生⁽¹⁾。如‘Ruby’葡萄柚果實發育早期予以套縛黑色紙袋或牛皮紙袋均可提高果實採收前的轉色⁽⁶⁾。倘若在果實生長期間因營養生長過於旺盛，如過多的氮肥與水分供應，以及生長環境溫度較高，或是在採收前施用GA₃均會延遲果皮葉綠素的降解，降低果實轉色程度⁽⁹⁾。椪柑採收後施用5 mg kg⁻¹的乙烯在25℃環境下48小時，再轉置於15℃空氣中，具有良好催色效果⁽¹³⁾。利用變溫(cold shock)處理首先果實貯藏-0.6℃28天，再移至4.5℃7天，最後移到15℃21天亦可促進果實轉色⁽⁷⁾。目前乙烯類植物荷爾蒙在農業生產的應用，除利用乙烯氣體發生器外，另有使用電石(calcium carbide, CaC₂)或益收生長素等物質加以替代。在柑桔栽培方面，益收生長素多用於早期疏果處理⁽¹⁵⁾。NAA屬於auxin類的植物荷爾蒙可減少果實及葉片的脫落。高濃度的NAA會促使幼果誘發乙烯及離層形成而脫落，但不會造成葉片掉落，達到化學疏果的目的。Iwahori和Oohata指出Satsuma mandarin在盛花後25天施用300 mg kg⁻¹的NAA可提高30%的落果率。然而在果實生育後期，使用NAA則可減少果實脫落⁽¹¹⁾。Yuan et al. 2002指出使用200 mg kg⁻¹ NAA可減少Hamlin orange果實因施用ethephon後造成的落果情形⁽¹⁶⁾。為避免本次試驗使用的益收生長素造成果實與葉片大量掉落，因此搭配NAA使用以減緩落葉與落果情形。臺灣外銷至日本的椪柑為配合外銷相關檢疫程序，果實必須在11月15日前完成採收集貨作業，在11月採收的椪柑果實外觀仍呈現半黃綠狀態，為使銷日椪柑到日本市場時，果實外觀呈現橙色，本試驗擬在果實採收前1個月噴施益收生長素，促使果實葉綠素提早降解，而使得在11月中旬採收的果實轉黃程度提高。

材料與方法

植物材料與試驗設計

植物材料為臺中市新社區椪柑果園約15年生之椪柑植株4株，每一植株均進行各種處理，每一種處理選取10個果實。

椪柑採前施用藥劑對果皮提早轉色處理

2013年使用不同濃度的益收生長素(ethephon)(39.5%)及1-naphthalene acetic acid (NAA) (sigma)於10月8日進行處理，分為40、200及400 mg kg⁻¹三種濃度的益收生長素採單果浸泡處理。以及在三種不同濃度的益收生長素，另添加NAA300 mg kg⁻¹改以直接噴施的方式進行處理，而一般栽培無任何處理為對照組。11月15日採收果實，另採未處理的果實，在模擬低溫檢疫前分別浸泡益收生長素200及400 mg kg⁻¹兩組，浸泡時間30秒，作為益收生長素在果實採收前後的作用效果比較(表一)。

2014年試驗以益收生長素(ethephon) 40、100、200及400 mg kg⁻¹，並添加1-naphthalene acetic acid (NAA) 300 mg kg⁻¹等藥劑於10月8日進行處理，對照組未進行任何處理。果實於11月10日採收(表二)。

表一、2013 年試驗中供試 ethephon 與 NAA 之方法

Table 1. Experimental treatments of ethephon and NAA in 2013

Treatments	Processed method
Control	No-treatment
40E	Soaking with 40 mg kg ⁻¹ ethephon per fruit
40E+300N	Spraying with 40 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit
200E	Soaking with 200 mg kg ⁻¹ ethephon per fruit
200E+300N	Spraying with 200 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit
400E+300N	Spraying with 400 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit
AH+200E	Soaked with 200 mg kg ⁻¹ ethephon at fruit harvest, then with low-temperature quarantine treatment
AH+400E	Soaked with 400 mg kg ⁻¹ ethephon at fruit harvest, then with low-temperature quarantine treatment

表二、2014 年試驗中供試 ethephon 與 NAA 之方法

Table 2. Experimental treatments of ethephon and NAA in 2014

Treatments	Processed method
Control	No-treatment
40E	Spraying 40 mg kg ⁻¹ ethephon on fruit
40E+300N	Spraying with 40 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit
100E	Spraying with 100 mg kg ⁻¹ ethephon on fruit
100E+300N	Spraying 100 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit
200E	Spray with 200 mg kg ⁻¹ ethephon on fruit
200E+300N	Spray with 200 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit
400E+300N	Spraying with 400 mg kg ⁻¹ ethephon and 300 mg kg ⁻¹ NAA on fruit

椪柑採前及採後施用藥劑後經模擬低溫檢疫對果實品質與貯藏性(0~3週)之影響

採收後果實分為4組處理，分別為採收後、採收後0~1℃檢疫15天、檢疫後15℃貯藏1週及檢疫後15℃貯藏3週。分別調查果實外觀、品質(可溶性固形物及酸度)，果皮外觀調查取果實赤道部平均之三點，以色差儀(Color Meter, ZE 2000, NIPPON DENSHOKU, Japan)測得果皮 L、a、b值，L值表示明度(100為全白，0為全黑)，a值為紅綠值(正值偏向紅色，負值偏向綠色，0為灰色)，b值表黃藍值(正值偏向黃色，負值偏向藍色，0為灰色)。以 $(a^2+b^2)^{1/2}$ 計算彩度(C)，色彩的純度是指色彩的純淨程度，表示顏色中所含有色成分的比例。以 $\tan^{-1}(b/a)$ 計算色相角度(h°)，表示果實顏色色相變化，以紅色為0度；黃色為60度；綠色為120度，取樣果實10粒量測。

可溶性固形物及酸度量測為剝取果瓣壓榨出果汁後，以曲折計(Digital Refractometer PR-32α, ATAGO Co., Ltd., Japan)測量果汁可溶性固形物；利用數字型滴定器(TITRONIC basic,

SCHOTT gerate GMBH, Germany)以NaOH滴定測量果汁可滴定酸，並將所得之酸度值以100 g 果汁之檸檬酸含量表示之。

施用不同濃度益收生長素及NAA對椪柑落葉與落果之影響

在不同濃度益收生長素等藥劑施用後，採收時調查已標定椪柑結果枝上的留存葉片數量，並與該結果枝上的原葉片數量比較，計算落葉率。落果率則以原標定果實數與採收時剩餘果實數進行計算。

統計分析

試驗數據以CoStat6.2統計軟體(CoHort Software, USA)進行最小顯著差(Least significant difference, LSD)分析，分析各處理間有無顯著差異(P=0.05)

結 果

不同濃度藥劑處理對果皮顏色的影響

2013年在椪柑果實採收前1個月即施用益收生長素處理之試驗結果，果實外觀以色差計量測後，在a值方面，各益收處理組的數值為5.03~19.87，而對照組則為-6.04，顯示對照組果色偏綠；在b值方面，各益收處理為29.79~35.04，對照組為22.36，表示各處理組果色較對照組偏黃。而色相角度(Hue angle)方面，各益收處理組為72.23~85.80，與對照組104.08，具顯著差異(表三)。顯示各益收處理組在果實採收後果皮色澤趨近於黃色，但對照組色澤明顯偏綠。比較益收生長素在採前噴施與採後浸泡對果皮轉色程度的影響，在採後浸泡200及400 mg kg⁻¹的益收生長素以及0~1℃低溫檢疫處理15天後，果皮a值分別為-6.78與-6.90；b值為22.19及21.44；色相角度則為104.38與104.72與對照組a值-5.11、b值22.72與色相角度101.61無顯著差異，但與採前噴施益收處理組則有顯著差異(表四)。檢疫後再置於15℃貯藏1週後，採後浸泡益收生長素處理組其b值明顯提高分別為31.0及32.2，與對照組26.8具顯著差異，而與其他採

表三、不同濃度益收生長素及 NAA 處理對椪柑果實果皮色澤變化之影響(2013.11.15)

Table 3. Effect of ethephon and NAA treatments on the peel color variation of 'Ponkan' fruit

Treatment ²	Peel color				
	L ³	a*	b*	C	h°
Control	43.62c ¹	-6.04c	22.36c	43.06c	104.08a
40E	52.62b	6.81b	29.79b	57.61b	85.80b
40E+300N	53.45ab	8.49b	30.48ab	58.48b	82.36bc
200E	52.72ab	5.03b	29.84ab	56.52b	85.75bc
200E+300N	59.12a	19.87a	35.04a	69.26a	72.23c
400E+300N	53.29ab	8.12b	30.10ab	57.07b	81.48bc

¹ Means separation within columns by LSD test at P≤0.05

² Meaning of each code refereed to Table 1

³ L=lightness; C=chrome, $(a^2+b^2)^{1/2}$; h°=hue angle=tan⁻¹ (b/a)

前噴施益收處理組則無顯著差異(表五)。顯示採後浸泡益收生長素處理在15℃環境下可加速椪柑轉為黃色。在色相角度方面，採前噴施益收生長素處理數值為72.3~79.6，採後浸泡益收處理組為85.4~87.3，對照組為90.4 (表五)。益收生長素在採前噴施或採後浸泡並無顯著差異，但果實外觀色澤變化，則仍以採前處理組果色較為橘黃，與採後處理僅為黃色有所差異。在15℃貯藏3週後，採前處理組色相角度為65.6~68.9低於採後處理71.2~72.1與對照組72.9 (圖一)。

表四、不同濃度益收生長素及 NAA 處理之椪柑，經 0~1℃ 低溫檢疫處理 15 天果皮色澤的變化情形 (2013 年)

Table 4. Effect of ethephon and NAA treatments on the peel color variation of 'Ponkan' fruit after low temperature quarantine treatment at 0~1℃ for 15 days

Treatment ²	Peel color				
	L ³	a*	b*	C	h°
Control	44.74b ¹	-5.11b	22.72b	43.17b	101.61b
40E	53.42a	10.27a	29.88a	56.89a	80.24a
40E+300N	51.79a	8.51a	28.89a	55.57a	82.86a
200E	55.43a	13.48a	31.60a	60.46a	76.99a
200E+300N	53.63a	11.55a	30.03a	57.25a	78.35a
400E+300N	53.34a	9.02a	30.24a	57.54a	80.64a
AH+200E	44.28b	-6.78b	22.19b	41.80b	104.38b
AH+400E	42.89b	-6.90b	21.44b	40.70b	104.72b

¹ Means separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$

² Meaning of each code refereed to Table 1

³ L=lightness; C=chrome, $(a^2+b^2)^{1/2}$; $h^\circ = \tan^{-1} (b/a)$

表五、不同濃度益收生長素及 NAA 處理之椪柑，經 0~1℃ 低溫檢疫處理 15 天及在 15℃ 貯藏 1 週後果皮色澤的變化情形(2013 年)

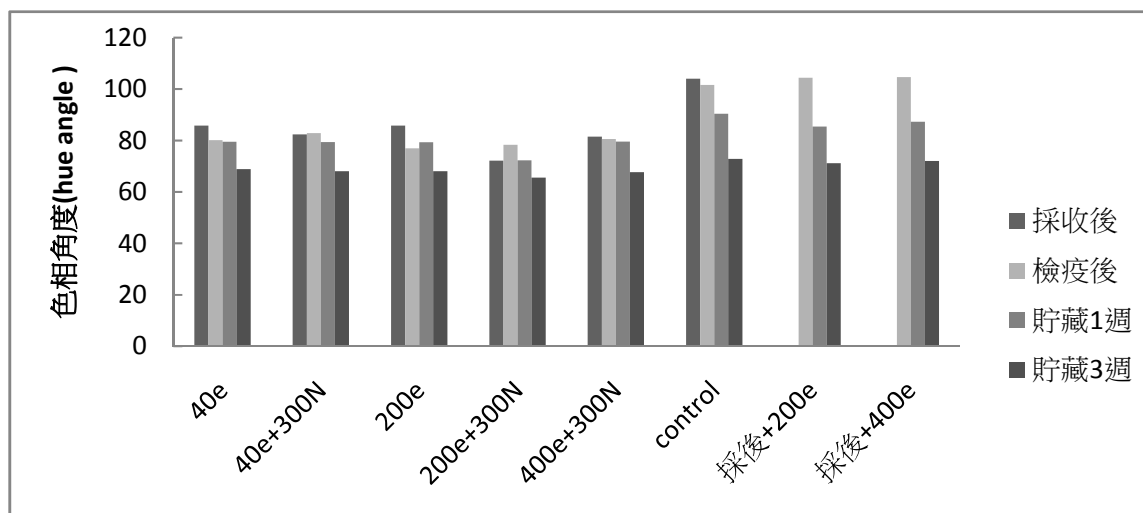
Table 5. Effect of ethephon and NAA treatments on peel color variation of 'Ponkan' fruit after low temperature quarantine treatment at 0~1℃ for 15 days and storage at 15℃ for 1 week

Treatment ²	Peel color				
	L ³	a*	b*	C	h°
Control	49.5d ¹	0.3de	26.8d	49.6e	90.4ab
40E	52.4bcd	9.8b	29.3bc	56.1bcd	79.5cd
40E+300N	53.7bc	9.9b	30.4ab	57.6b	79.4cd
200E	54.4abc	10.2b	30.9ab	58.9ab	79.3cd
200E+300N	58.2a	17.7a	33.3a	63.5a	72.3d
400E+300N	54.3abc	9.2bc	30.3abc	56.3bcd	79.6cd
AH+200E	55.0ab	4.4bcd	31.0ab	56.9bc	85.4bc
AH+400E	56.7a	3.0cde	32.2a	58.9ab	87.3ab

¹ Means separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$

² Meaning of each code refereed to Table 1

³ L=lightness; C=chrome, $(a^2+b^2)^{1/2}$; $h^\circ = \tan^{-1} (b/a)$



圖一、椪柑於採收前及採後處理不同濃度益收生長素與 NAA 後，在採收後、低溫檢疫後、15°C 貯藏 1 週及 3 週後各時期的果皮色相角度(hue angle)變化(2013 年)

Fig. 1. Effect of ethephon and NAA treatments on the hue angle variation of 'Ponkan' fruit peel after harvest, low-temperature quarantine treatment at 0~1°C, and after 1 or 3 weeks storage

¹ Meaning of each code refereed to Table 1

2014年試驗結果與前年相似，利用益收生長素處理組均有提高果實採收時果皮轉色程度，且隨益收生長素施用濃度提高，轉色效果越佳。其中以400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理組則有最佳的轉色效果，其色相角度(hue angle)為80.2與對照組101.0具有顯著差異(表六)，表示果實在採收期已經轉為橙色，與對照組仍偏綠的情形具有明顯差異。因此，益

表六、利用不同濃度益收生長素及 NAA 處理後對椪柑果實採收後果皮色澤之變化(2014.11.10)

Table 6. The peel color variation of harvested 'Ponkan' fruit after treated with different concentrations of ethephon and NAA (2014.11.10)

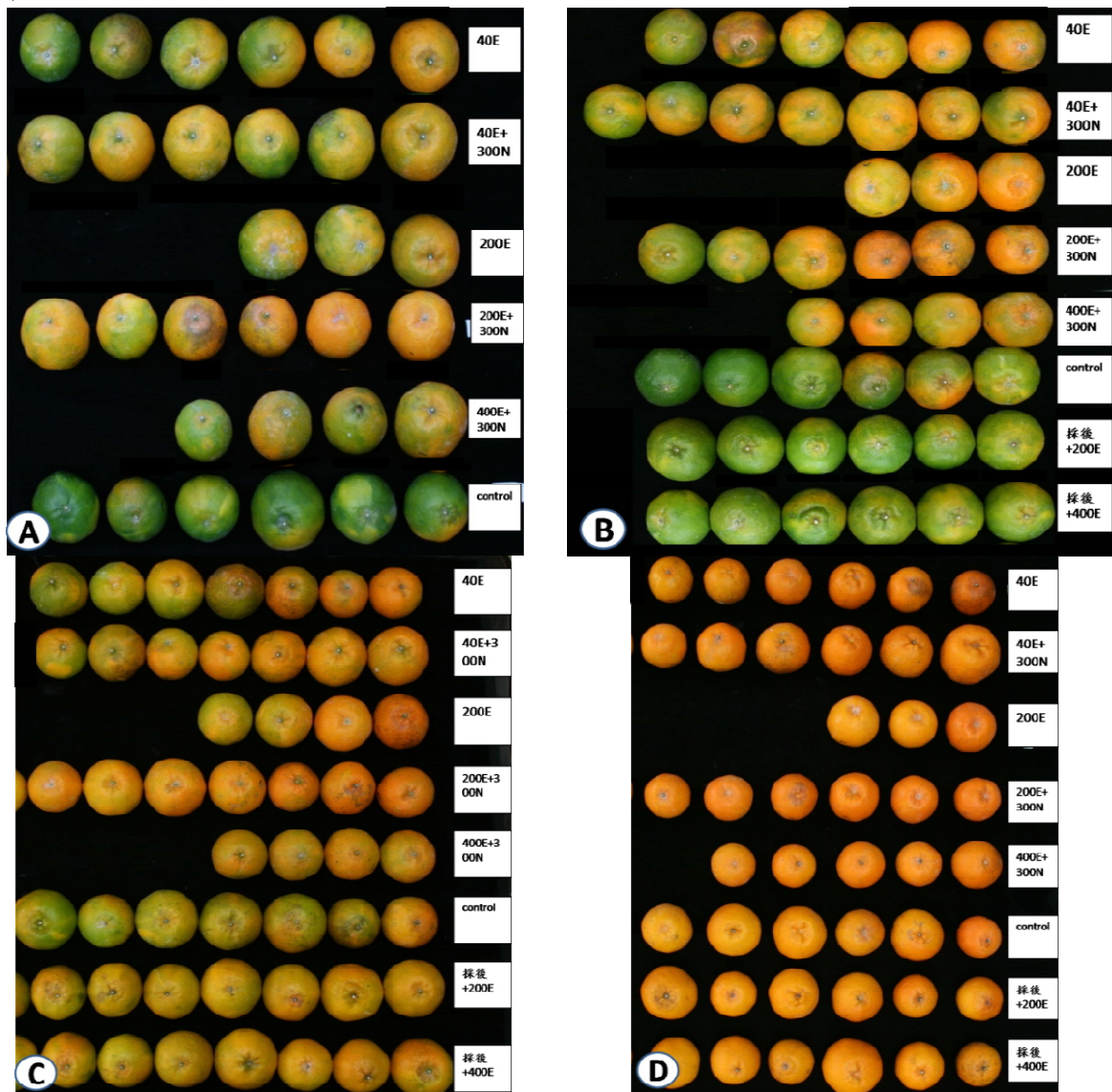
Treatment ²	Peel color				
	L ³	a*	b*	C	h°
Control	43.7e ¹	-4.9e	22.0e	41.3e	101.0a
40E	46.9d	-0.8d	24.6d	45.9d	93.1c
40E+300N	46.7d	-3.3e	24.5d	45.5d	96.7b
100E	49.5c	3.4c	26.9c	50.5bc	87.6d
100E+300N	50.5bc	2.6c	27.6bc	51.2bc	88.0d
200E	51.1b	6.8b	28.1b	52.5b	82.4e
200E+300N	49.8c	2.4c	27.0c	50.4c	88.6d
400E+300N	53.5a	8.9a	29.9a	56.0a	80.2e

¹ Means separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$

² Meaning of each code refereed to Table 2

³ L=lightness; C=chrome, $(a^2+b^2)^{1/2}$; h°=hue angle= $\tan^{-1} (b/a)$

收生長素直接噴施或混合NAA溶液施用均可使椪柑在果實掛樹期提早轉色。而在採收後模擬低溫檢疫與貯運過程中，0~1℃低溫檢疫15天後，椪柑果色與剛採收時變化不大。檢疫後於15℃貯藏1週及3週則可觀察到果實快速轉色，但仍以益收處理組轉色效果較佳，處理組的色相角度數值低於對照組具顯著差異。另果實外觀色澤以肉眼觀察仍以益收處理果色較為橙色(圖二)。顯示採收前利用益收生長素處理可提早椪柑果實轉色。



圖二、2013 年進行不同濃度益收生長素及 NAA 採收前與採後處理，對椪柑果實轉色之影響 (A. 椪柑採收後、B. 0~1℃低溫檢疫 15 天後、C. 檢疫後 15℃貯藏 1 週、D. 檢疫後 3 週)

Fig. 2. Effect of ethephon and NAA treatments on the peel color variation of 'Ponkan' fruit.

A. Fruit harvested; B. 0-1℃ low temperature quarantine treatment 15 days; C. storage at 15℃ for 1 week after quarantine treatment; D. storage at 15℃ for 3 weeks after quarantine treatment)

¹ Meaning of each code referred to Table 1

不同濃度藥劑處理對果實品質的影響

在2013年11月15日果實採收後進行品質分析，40~200 mg kg⁻¹的益收生長素(39.5%)處理組其果重、可溶性固形物與對照組沒有顯著差異，但400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理組的可溶性固形物為8.45 °Brix與對照組9.47 °Brix具顯著差異(表七)。另，經由0~1℃低溫檢疫15天及15℃貯藏1週後，各處理果實可溶性固形物與酸度差異並不顯著。2014年試驗結果，採收後量測果實重量、周徑、可溶性固形物與酸度，以400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理組果重157.8 g、周徑21.6 cm及可溶性固形物10.3 °Brix均明顯低於對照組果重187.7 g、周徑23.4 cm及可溶性固形物11.0 °Brix。而酸度0.9%則顯著高於對照組0.5%，其餘不同濃度的益收生長素處理組的果實可溶性固形物則與對照組無顯著差異(表八)。

表七、不同濃度益收生長素及 NAA 處理對椪柑果實品質的影響(2013.11.15)

Table 7. Effect of ethephon and NAA treatments on the fruit quality of 'Ponkan'

Treatment ²	Weight (g)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	SS/TA ratio	The ratio of fruit drop (%)
Control	166.3a ¹	9.47a	0.45b	21.0a	0c
40E	151.6a	9.68a	0.47ab	20.6ab	10c
40E+300N	174.9a	9.04ab	0.48ab	18.8ab	0c
200E	175.8a	9.03ab	0.52ab	17.4b	53b
200E+300N	154.6a	9.37a	0.54a	17.4b	7c
400E	-	-	-	-	97a
400E+300N	151.0a	8.45b	0.43b	19.7ab	43b

¹ Means separation within columns by LSD test at P≤0.05² Meaning of each code refereed to Table 1

表八、利用不同濃度益收生長素及 NAA 處理後，果實品質分析與結果枝落葉率調查情形(2014.11.10)

Table 8. The variation of fruit quality and the ratio of defoliation on fruiting branch after treatment with different concentrations of ethephon and NAA on 'Ponkan' fruit (2014.11.10)

Treatment ²	weight (g)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	The ratio of leaf fall (%)	The ratio of fruit drop (%)
Control	187.7a ¹	11.0abc	0.5d	4.6c	0.0b
40E	187.2a	11.4a	0.6cd	1.4c	5.0ab
40E+300N	170.1bc	10.6cd	0.7bc	1.5c	2.5ab
100E	181.3ab	11.1ab	0.4d	13.9bc	2.5ab
100E+300N	172.3bc	11.1ab	0.8ab	6.8c	0.0b
200E	178.7abc	10.7bcd	0.5cd	22.3b	7.5a
200E+300N	168.0cd	10.8bc	0.6cd	11.4bc	2.5ab
400E+300N	157.8d	10.3d	0.9a	38.9a	0.0b

¹ Means separation within columns by LSD test at P≤0.05² Meaning of each code refereed to Table 2

不同濃度藥劑處理對落果率及落葉率的影響

2013年以益收生長素單果浸泡處理，在200及400 mg kg⁻¹益收生長素處理造成53及97%的高落果率發生。以400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA直接噴施果實表面則有43%落果率，其餘處理落果率則小於10% (表七)。而2014年以40~400 mg kg⁻¹的益收生長素搭配300 mg kg⁻¹ NAA直接噴施於果實表面，各處理組的落果率則低於7.5% (表八)。另，在結果枝落葉率調查方面，隨益收生長素濃度提高其結果枝落葉率亦相對增加。但100及200 mg kg⁻¹的益收生長素施用時，再搭配300 mg kg⁻¹ NAA，則有減少落葉發生的趨勢。

討 論

在椪柑果實採收前1個月利用40~400 mg kg⁻¹益收生長素直接噴施果實均可使果實在採收時提早轉色，且隨施用濃度提高，轉色程度亦增加。但益收生長素使用濃度增加時，結果枝落葉情形則會加劇，當落葉程度過高，則會影響果實大小、可溶性固形物與酸度。在400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理雖可明顯促進果實轉色，但亦造成結果枝嚴重落葉，進而導致果實變小、可溶性固形物降低及酸度偏高的情形。2014年400 mg kg⁻¹益收生長素+300 mg kg⁻¹ NAA處理則無落果情形發生，與2013年該處理有43%的落果率具明顯差異，顯示高濃度的益收生長素處理的結果，會受當年度的樹體狀態及環境因子影響而呈現不穩定現象。此結果與Moreira等人(2013)利用益收生長素進行疏果試驗的結果類似，其利用不同濃度的益收生長素進行疏果處理，但每年的重複試驗中疏果率差異大，且無一定規律⁽¹⁴⁾。此外，在使用相同益收生長素的狀態下，搭配NAA使用可減少落葉的發生情形。

在採後模擬0~1℃低溫檢疫及15℃貯藏結果，可觀察到在0~1℃低溫檢疫15天，椪柑果實轉色的速度十分緩慢，與檢疫前的色澤差異不大。但移置15℃貯藏後，果皮色澤開始變化，因葉綠素降解造成果皮綠色部分消散，而出現黃色。並隨貯藏時間增加，轉黃程度越明顯。但椪柑在採前進行益收生長素處理，其果實在採收時已明顯轉黃，經由後續低溫檢疫及貯藏處理，可縮短其轉為橙色的時間，而對照組在相同的時間內僅能呈現黃色外觀，無法轉為橙色。在前人研究中，椪柑、桶柑與柳橙在採收後施用益收生長素可使果實提早轉色⁽⁵⁾，但由於外銷日本椪柑在採收至日本銷售時間十分緊湊，需在11月15日前完成採收，12月25日需銷售完畢，期間又需經過15天的0~1℃低溫檢疫，然而0~1℃低溫幾乎使椪柑轉色停止⁽⁴⁾。因此，在15℃適宜轉色的條件下，僅剩不到3周的時間而無法讓椪柑完全轉為橙色。故為解決椪柑轉色問題，必須在採收前即提早果實轉色，才能提高外銷日本椪柑外觀轉為橙色的比率。

由試驗結果顯示，椪柑果實對於益收生長素施用濃度相當敏感，且隨施用濃度提高容易造成落葉率增加或落果率提高。因此，在促使椪柑果實提早轉色處理應以低濃度(40~100 mg kg⁻¹)的益收生長素為主，避免落葉、落果大量發生而影響採收時果實品質。

參考文獻

1. 林峻緯 2010 採前套袋、浸泡S-ABA及採後熱處理對外銷椪柑果實品質之影響 國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
2. 武文海 2010 採前調環酸鈣處理(Prohexadione-Calcium)對椪柑果實品質和貯藏之影響 國立嘉義大學園藝學研究所碩士論文。
3. 柏明禮 2008 採前施用S-ABA及採後熱處理對椪柑果實經低溫檢疫處理及貯藏後品質之影響 國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
4. 黃祐慈、劉富文 2007 椪柑採後模擬低溫檢疫處理、貯放溫度及提早採收對轉色之影響 臺灣園藝 53: 267-277。
5. 劉富文 2005 外銷椪柑、桶柑與柳橙之採收、檢疫處理與貯、運、銷技術方略 p.1-13 園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊 行政院農委會農業試驗所編印 臺中。
6. 賴幸宜、蔡尚翰、呂明雄 2005 田間套袋對‘Ruby’葡萄柚果皮顏色和品質之影響 p.337-348 臺灣柑橘產業發展研討會專刊 國立嘉義大學園藝學系編印 嘉義。
7. Barry, G. H. and A. A. Van Wyk. 2006. Low-temperature cold shock may induce rind colour development of ‘Nules Clementine’ mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit. Postharvest Biol. Technol. 40: 82-88.
8. Barry, G. H. and S. le Roux. 2010. Preharvest foliar sprays of prohexadione-calcium, a gibberellin-biosynthesis inhibitor, induce chlorophyll degradation and carotenoid synthesis in citrus rinds. HortScience 45: 242-247.
9. Garcia-Luis, A., F. Fornes and J. L. Guardiola. 1986. Effects of gibberellin A₃ and cytokinins on natural and post-harvest, ethylene induced pigmentation of Satsuma mandarin peel. Physiol. Plant 68: 271-274.
10. Huff, A., M. Z. Abdel-Bar, D. R. Rodney, R. L. Roth and B. R. Gardner. 1981. Enhancement of citrus regreening and peel lycopene by trickle irrigation. HortScience 16: 301-302.
11. Iwahori S. and J. T. Oohata. 1976. Chemical thinning of ‘Satsuma’ mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit by 1-naphthalene acetic acid : role of ethylene and cellulose. Scientia Hort. 4: 167-174.
12. Mayfield, S. P. and A. Huff. 1986. Accumulation of chlorophyll, chloroplastic proteins, and thylakoid membranes during reversion of chromoplasts to chloroplasts in *Citrus sinensis* epicarp. Plant Physiol. 81: 30-35.
13. Mayuoni, L., Z. Tietel, B. S. Patil and R. Porat. 2011. Does ethylene degreening affect internal quality of citrus fruit? Postharvest Biol. Technol. 62: 50-58.
14. Monselise, S. P. 1986. Growth retardation of shoot and peel growth in citrus by paclobutrazol. Acta Hort. 179: 529-536.

15. Moreira, R. A., J. D. Ramos, M. C. M. Cruz, L. A. Pantoja and A. S. Santos. 2013. Leaf carbohydrates in 'Ponkan' mandarin fruit quality under chemical thinning. *Acta Sci. Agron.* 35: 349-356.
16. Yuan, R., U. Hartmond and W. J. Kender. 2002. Naphthalene acetic acid and 2,3,5-triodobenzoic acid affect the response of mature orange fruit to abscission chemicals. *Hortscience* 37(2): 348-352.

Effects of Chemicals on Fruit Coloration, Pre-falling of Leaf and Fruit and Fruit Quality Variation Via Simulated Quarantine Low Temperature Storage Treatment on 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)¹

Meng-Sung Chen ²

ABSTRACT

Ponkan Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) is one of the most important fruit tree industry in central Taiwan. To meet the demand for its exportation quarantine operation, early harvest with low temperature storage imposed necessary for the entire production and marketing processes. However, early harvest with 15 °C storage usually caused to poor coloration on Ponkan, therefore, an experiment with chemicals of ethephon and NAA on fruit coloration, pre-falling of leaf and fruit and fruit quality variation via simulated quarantine low temperature storage treatment on 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) was conducted. The result of this study showed that pre-harvest treatment with 40 to 400 mg kg⁻¹ ethephon and 300 mg kg⁻¹ NAA could increase the rate of coloration. However, defoliation effort also enhanced by the increase in ethephon concentration. Treatment with 400 mg kg⁻¹ ethephon and 300 mg kg⁻¹ NAA reduced the fruits size and total soluble sugar content, and the percentage of leaves drop was increased to 38.9%. Therefore, pre-harvest treatment with 40 to 100 mg kg⁻¹ ethephon and 300 mg kg⁻¹ NAA could improve the rate of coloration and not affect fruit quality.

Key words: 'Ponkan' mandarin, coloration, ethephon, quarantine treatment

¹ Contribution No. 0892 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.