

芒果果實生長後期使用 AVG 對果實品質之影響 研究初報¹

張錦興、張汶肇、林棟樑²

摘 要

張錦興、張汶肇、林棟樑，2006·芒果果實生長後期使用 AVG 對果實品質之影響初報。台南區農業改良場研究彙報 47：1-8。

爲了探討乙烯對金煌與愛文芒果果實品質的影響，本試驗在果實生育後期依不同時期、濃度與部位施用 AVG。結果顯示，AVG 對金煌果實的品質影響，僅在愈後期施用有較高的色相角度 θ 值，即較能維持綠色，對其它項目的影響無規則變化。對愛文果實而言，各處理間對果實硬度、糖度、酸度與採收期則無明顯效果。因此 AVG 在芒果上的應用仍有待進一步評估。

關鍵詞：芒果、AVG、果實品質

接受日期：2005 年 11 月 28 日

前 言

芒果在全世界的生產已有 100 多個國家，包括南北緯 30 度以內的地區⁽⁵⁾，加上品種眾多，被認爲具有發展潛力的世界性水果⁽⁶⁾。芒果是台灣最大的單一果樹種類，栽培面積約近 20,000 公頃。芒果輸出依海關統計 2003 年約有 10,000 公噸，2004 年約有 3,000 公噸。台灣芒果主要品種爲‘金煌’(Chiin Hwang)與‘愛文’(Irwin)。金煌果實大、風味佳，深愛消費者喜好，但果實發育後，果肉易因劣變而喪失商品價值⁽¹⁾，其劣變率有時高達 50%⁽²⁾。近年來的研究指出金煌芒果劣變與果肉中的鈣含量有關⁽¹⁾，亦可能是不同部位後熟速率不同，促使部分果肉細胞提早崩解所致⁽³⁾。愛文則爲台灣芒果生產面積最大、產量最多的品種，近年來消費者對果色要求甚苛，該品種爲樹上自然後熟採收，樹上後熟則每顆果實成熟速率不一致，造成農民採收上的困擾。後熟速率不一致或果皮著色問題皆與後熟過程有關，後熟過中乙烯在其生理、生化作用上占有主要的地位，是重要後熟指標⁽¹⁰⁾。果實內乙烯的生合成，ACC 合成酶(ACC synthase)是主要的關鍵酵素，抑制其活性可減少乙烯的生合成而延緩後熟。延緩果實後熟將對果實內在成分(如糖度與酸度)的提昇、果皮色素的累積與維持果實硬度有所幫助。AVG 是

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 318 號。

2. 分別爲臺南區農業改良場副研究員、助理研究員、副研究員。臺南縣新化鎮牧場 70 號。

目前發現對 ACC 合成酶有強烈抑作用的化合物之一⁽⁴⁾，因此本試驗的目的在於測試 AVG 的使用對金煌與愛文芒果後熟的影響，期以提高果實品質。

材料與方法

植株材料

本試驗所選用的材料，係屬台灣主要經濟栽培芒果品種金煌與愛文，為本場新化口埤農場(台南縣新化鎮口埤 18 號)所栽培的，樹齡分別為 15 年生以上與 12 年生以上。自民國 92 年 5 月上旬套袋後，分別標示金煌芒果 25 株與愛文芒果 18 株。

處理方法

自民國 92 年 5 月 27 日起每隔 1 週，以添加 0.1% 展著劑(Twin 20)的 AVG (aminoethoxyvinylglycine, ReTain[®])，濃度分為 1000ppm 及 2000ppm 二種，處理部位分為噴施果實表面，與僅噴施結果枝上的葉片等二種。噴施果實表面處理者，在除袋噴施完後，立刻再套回。每個品種、每週、每一濃度各處理 60 個果實，逢機分佈在所標示的植株上。金煌芒果於 7 月 1 日所有果實同一時間採收，處理分別為採收前 4、3、2、1 週，共 4 組。愛文芒果最後一次 AVG 噴施於 7 月 1 日，因此處理分別為採收前 5、4、3、2、1 週，共 5 組，果實則為待其自然後熟採收，採收時記錄其時間。

調查與分析項目

金煌品種於採收後，調查其外觀的成熟度，並統計果實劣變數量。每處理取 20 顆果實測其催熟前的硬度、糖度、酸度；20 顆果實傳採統電石催熟法，即放置 4-5 公克的電石，在覆蓋棉被(內部溫度為 33-37°C)下催熟 2 天，取出後在室溫下放置 2 天；另 20 顆則在溫室下自然後熟 4 天，同樣測其果實硬度、糖度、酸度、外觀色澤。愛文品種的果實採收後測其重量、糖度、酸度、果皮色澤，果色的測定時間在 7 月 6 日至 12 日。

一、果實硬度測定是以 FUDOH RHEOMETER 硬度測定機測量，機型為 RM-2020J-CW，測量條件為偵測器(Detector)20k，操作台移動速度為 6cm/min。測量單位為公斤。

二、糖度的測定為榨汁後取 2-3 滴澄清液，滴於 ATAGO refractometer PR-101 上測定，單位為 °Brix。

三、酸度是以 ATAGO FS-2 果汁酸度計測定，取 1ml 果汁加蒸餾水至 10ml，以 0.1N NaOH 標準液滴定至轉色為止，並換算成枸橼酸含量的百分比。

四、外觀色澤測定則以 Color and Color Difference Meter, Model 1001 DP, Nippon Denshoku Kogyoco., LTD. 測定果腰兩側的之 L.a.b. 值。L 值即為亮度，數值最高為 100，數值愈高亮度愈高。色相角度及彩度經由以下公式換算，色相角度(hue angle; θ value) = $\tan^{-1}b/a$ ，當色相角度 0 度時為紅色，90 度為黃色，180 度為綠色；彩度(chroma; C value) = $(a^2 + b^2)^{1/2}$ ，數值愈高顯示果色愈濃⁽⁷⁾。

結果與討論

AVG 對金煌果實採收品質的影響

由表 1 變方分析顯示，AVG 處理對金煌芒果採收當天的品質分析，施用時期對 L 值與 θ 值的影響有極顯著差異，施用部位對果實糖度有極顯著與酸度有顯著的差異存在，其它皆未達顯著標準。在交感作用方面，AVG 處理僅在使用期與施用部位間對果實硬度方面，及施用期、濃度與施用部位三者間有交感作用存在。其它調查項目皆無顯著差異存在。

表 1. AVG 施用時期、濃度與部位對金煌芒果品質採收時的影響

Table 1. Effects of the AVG sprayed stage, concentrations and location of on Chiin Hwang mango fruit' s quality at harvest stage.

	硬度(kg) hardness	糖度 (°Brix) TSS	酸度(%) acidity	糖酸比 TSS/acidit yratio	L 值 L value	C 值 C value	θ 值 θ value
施用期(A)							
4	5.93a	8.1a	0.57a	16.5a	61.14a	29.65a	102.51b
3	6.10a	7.9a	0.57a	14.9a	56.71b	29.00a	106.41a
2	5.78a	7.9a	0.60a	18.6a	59.20ab	29.66a	102.68b
1	5.88a	8.0a	0.57a	15.9a	56.92b	28.67a	108.50a
濃度(B)							
1000	5.95a	8.0a	0.55a	16.6a	58.25a	28.94a	105.08a
2000	5.89a	8.0a	0.60a	16.3a	58.74a	29.55a	104.98a
施用部位 (C)							
葉	5.80a	7.7b	0.54b	16.7a	57.94a	29.30a	105.26a
果	6.04a	8.3a	0.62a	16.2a	59.05a	29.19a	104.80a
ANOVA					Mean		
SOV	DF				square		
A	3	ns	ns	ns	ns	**	ns
B	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C	1	ns	**	*	ns	ns	ns
A*C	3	*	ns	ns	ns	ns	ns
B*C	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B*C	3	ns	ns	*	ns	ns	ns

Data followed by the same letter in each column set indicate that the different was not significant by Duncan' s Multiple Range Test(P=0.05).

ns, *, **: Means no significantly different, significantly different at 5% and 1% probability.

在表 1，以施用時期而言，僅在對 L 值與 θ 值有影響，但與施用時間並無規則性存在，即施用時期早或晚並無 L 值愈大(愈亮)或 θ 值愈大(愈黃)等跡象。施用濃度對各項調查項目全無影響。施用部位方面，施用在果實的糖度與酸度分別為 8.3°Brix 與 0.62%，較施用在葉片上的 7.7°Brix 與 0.54%為高。這是否與施用在葉片上時，導致減少光合產物產生或運移至果實內，使採收時的糖度及酸度皆降低有關，仍需進一步探討。再者調查金煌的劣變率發現，

不管任何處理組合，其劣變率不超過 5%(資料未顯示)，在前人研究指出金煌果實劣變，與果肉不同部位後熟速率不同，促使部分果肉細胞提早崩解所致⁽³⁾，暗示乙烯生成與劣變的發生可能有關，雖然 AVG 的作用機制在於抑制乙烯生成，資料仍無法證明乙烯在劣變發生的地位。

AVG 對金煌果實催熟後的品質，如表 2 顯示。變方分析顯示，施用時期對糖度與 θ 值、濃度對糖度與酸度及施用部位對 θ 值等的影響有顯著差異存在。在交感作用方面，施用時間與濃度在糖度、酸度與糖酸比，施用濃度與施用部位在糖度，及施用時期、濃度與施用部位三者有顯著的交感作用。

表 2. AVG 施用時期、濃度與部位對金煌芒果催熟後品質的影響

Table 2. Effects of the AVG sprayed stage, concentrations and location of on Chiin Hwang mango fruit' s quality after forcing ripening treatment.

	糖度 (°Brix) TSS	酸度 (%) acidity	糖酸比 TSS/acidity ratio	L 值 L value	C 值 C value	θ 值 θ value
施用期(A)						
4	16.97ab	0.33a	57.0a	63.73a	34.09a	74.60b
3	16.53b	0.28ab	64.2a	60.75a	33.34ab	78.30a
2	17.35a	0.27b	64.2a	61.65a	32.73ab	78.32a
1	17.05a	0.29ab	61.5a	61.99a	32.18b	79.64a
濃度(B)						
1000	17.25a	0.31a	60.9a	62.51a	33.37a	77.21a
2000	16.72b	0.28b	62.5a	61.56a	32.80a	78.23a
施用部位(C)						
葉	17.02a	0.29a	62.4a	62.25a	33.12a	79.98a
果	16.95a	0.30a	61.0a	61.81a	33.05a	75.46b
ANOVA			Mean square			
SOV	Df					
A	3	*	ns	ns	ns	*
B	1	**	*	ns	ns	ns
A*B	3	*	**	**	ns	ns
C	1	ns	ns	ns	ns	**
A*C	3	ns	ns	ns	ns	ns
B*C	1	**	ns	ns	ns	ns
A*B*C	3	**	ns	ns	ns	ns

Data followed by the same letter in each column set indicate that the different was not significant by Duncan' s Multiple Range Test(P=0.05).

ns, *, **: Means no significantly different, significantly different at 5% and 1% probability.

在表 2，施用時期對糖度、酸度與 C 值有顯著影響，但亦無規則性；對 θ 值的影響是以 4 週前施用，數值為 74.60 較其它處理為小，意味果色較偏紅。比較表 1 與表 2 的 θ 值，發現催熟前金煌的果色由偏黃綠(θ 值近 100)，催熟後轉為偏黃紅色(θ 值約 80)，這種 AVG 施用效果是否會延續至採收後，即愈早施用會使果色較偏紅的作用，因本試驗未在更早的時期施用，以測試何時是果實色素形成的關鍵時期，故 AVG 施用對果色效果尚無法斷定。施用濃度提高至 2000ppm，會有降低催熟後果實糖度與酸度的情形，而施用部位亦僅在果實上

會使果色較偏紅，H 值為 75.46 較施用在葉片上的 79.98 為小。

AVG 是乙烯生合成的抑制物質，施用 AVG 是否會抑制金煌芒果自我催熟作用，因此本試驗除了利用電石產生乙烯催熟外，另取部分在室溫下自然後熟。與催熟前(表 1)比較，不論催熟(表 2)或自然後(表 3)顯示糖度提高、酸度降低、 θ 值降低偏黃紅色，及硬度變小(果實軟化，硬度計無讀出，故資料無法顯示)等特徵，表示金煌芒果果實後熟作用未受到 AVG 的抑制。

表 3 的變方分析顯示，施用時期對酸度、糖酸比與 θ 值的影響有顯著差異；施用濃度同樣對酸度與糖酸比的影響有顯著差異，且對 L 值與 C 值的影響有極顯著的差異存在；施用部位僅在糖度有極顯著差異存在。其它各處理及交互作用皆無顯著的影響。後期施用 AVG 糖酸比愈低主要是因酸度提高，即 4 週前使用的酸度為 0.17%提高至 1 週前使用的 0.23%，因而使糖酸比隨著施用時期而逐漸降低；AVG 使用對於色相角度 θ 值有顯著影響，以 1 週前使用時其角度較偏向 180 度，即色澤較偏綠色，這在未以色差儀測定之前即可以肉眼明顯

觀察到。施用濃度對酸度、糖酸比的影響與使用時期類似，使用濃度由 1000ppm 提高至 2000ppm，其酸度提高、糖酸比下降；且促使亮度 L 值與彩度 C 值降低的現象。施用部位在果實糖度為 17.4°Brix，較施用在葉子上的 16.2°Brix 提高糖度。

表 3. AVG 施用時期、濃度與部位對金煌芒果自然後熟後品質的影響

Table 3. Effects of the AVG sprayed stage, concentrations and location of on Chiin Hwang mango fruit' s quality after ripening naturally.

	糖度 (°Brix) TSS	酸度 (%) acidity	糖酸比 TSS/acidity ratio	L 值 L value	C 值 C value	θ 值 θ value	
施用期(A)							
4	16.8a	0.17b	105.8a	56.95a	31.90ab	74.98b	
3	16.7a	0.19ab	93.2ab	58.18a	34.01a	77.22ab	
2	17.2a	0.22a	86.5b	59.04a	33.88a	73.82b	
1	16.5a	0.23a	82.3b	55.32a	29.30b	82.47a	
濃度(B)							
1000	17.0a	0.19b	98.6a	60.38a	34.51a	75.90a	
2000	16.6a	0.22a	85.3b	53.37b	30.04b	78.32a	
施用部位(C)							
葉	16.2b	0.20a	89.5a	59.11a	32.88a	78.75a	
果	17.4a	0.21a	94.4a	54.64a	31.67a	75.47a	
ANOVA							
SOV	Df	Mean square					
A	3	ns	*	*	ns	ns	*
B	1	ns	*	*	**	**	ns
A*B	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C	1	**	ns	ns	ns	ns	ns
A*C	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B*C	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B*C	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Data followed by the same letter in each column set indicate that the different was not significant by Duncan' s Multiple Range Test(P=0.05).

ns, *, **: Means no significantly different, significantly different at 5% and 1% probability.

乙烯促進更年性果實後熟，使澱粉轉化為糖而提高糖度，使呼吸率提高快速代謝酸性物質而降低酸度，使果色轉變，使果肉軟化等。使用乙烯合成抑制物 AVG，應可抑制上述乙烯對果實的後熟作用，但綜合本試驗表 1、2、3 初步觀察，對金煌芒果似乎無明顯效果，僅在對色相角度 θ 值有作用，即維持較偏向 180 度角，即維持較綠色。然而這種情形不利商品價值，因市場對金煌果色的要求是偏向金且黃。因此使用 AVG 在金煌芒果生育後期的施用是沒法彰顯。

表 4. AVG 施用時期、濃度與部位對愛文芒果品質的影響。

Table 4. Effects of the AVG sprayed stage, concentrations and location of on Irwin mango fruit's quality.

	重量(g) weight	糖度 (°Brix) TSS	酸度 (%) acidity	糖酸比 TSS/acidity ratio	L 值 L value	C 值 C value	θ 值 θ value	
施用期(A)								
5	377.8a	13.1c	0.40a	38.1a	66.59a	48.81b	38.48b	
4	386.2a	14.3b	0.40a	38.3a	67.65a	53.61ab	35.10b	
3	378.9a	15.5a	0.47a	36.0a	70.23a	55.00ab	33.61b	
2	376.6a	14.5b	0.47a	35.2a	72.45a	45.35b	50.10a	
1	358.0a	14.2b	0.40a	39.5a	70.65a	80.57a	34.87b	
濃度(B)								
1000	363.7b	14.1a	0.44a	35.2a	69.01a	58.77a	39.55a	
2000	387.3a	14.5a	0.41a	39.7a	69.99a	54.20a	37.39a	
施用部位 (C)								
葉	384.3a	14.3a	0.46a	33.9b	66.27a	49.99a	38.41a	
果	366.7a	14.5a	0.40a	40.9a	72.69b	62.84a	38.52a	
ANOVA				Mean				
SOV	Df						square	
A	4	ns	**	ns	ns	ns	ns	**
B	1	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B	4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C	1	ns	ns	ns	**	*	ns	ns
A*C	4	*	*	*	ns	ns	ns	ns
B*C	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
A*B*C	4	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

Data followed by the same letter in each column set indicate that the different was not significant by Duncan's Multiple Range Test(P=0.05).

ns, *, **: Means no significantly different, significantly different at 5% and 1% probability.

AVG 對愛文果實採收品質的影響

由表 4 的變方分析顯示，AVG 施用時期對愛文芒果果實品質的影響，在糖度與 θ 值有極顯著的差異；施用濃度僅在果實重量有顯著差異；施用部位則對糖酸比有極顯著差異與 L

值有顯著差異。在交感作用，僅發生在施用時期與施用部位二者對糖度、酸度、糖酸比等項，施用濃度與施用部位二者對 θ 值上，及施用時期、施用濃度與施用部位三者在 L 值上。

愛文芒果是在樹上黃熟才採收的，與金煌是採後才催熟的情形不同，因此是否施用 AVG 抑制乙烯生成可延緩後熟而延遲採收期？本試驗記錄採收期經頻度分析結果，所有處理的果實，皆集中在 7 月 6 日至 12 日這段時間內採收(資料未顯示)，顯示 AVG 無法延遲採收期。表 4 中顯示施用時期對各項調查項目，雖在糖度、C 值與 θ 值有差異存在，但無規則存在。施用濃度與施用部位對果實品質重要指標：糖度、酸度與 θ 值並無顯著的影響存在。愛文果色係屬紅色系的花青素，其施用 AVG 不同於在蘋果⁽⁸⁾上的施用能增加著色，亦未因延遲採收而增加糖度及酸度。另外令人關心的是，AVG 是干擾乙烯合成的酵素 ACC 合成酶所利用的輔酶 pyridoxal phosphate(vitamin B6)，而高等生物細胞中轉胺作用亦利用 pyridoxal phosphate 當作用輔酶，故亦會抑制胺基酸代謝⁽⁹⁾。雖然 AVG 為胺基酸的衍生物，畢竟是合成的，其施用是否會殘留並影響人體健康，尚待觀察。但基於衛生安全的概念，其應用必先審慎評估。

引用文獻

- 1.李雪如、林慧玲、謝慶昌、李國權。1998。施用鈣肥對‘金煌’ 檸檬葉片無機養分、果鈣含量及果肉劣變之影響。中國園藝 44:363-370。
- 2.許仁宏。1993。檸檬果實劣變症。台灣省農業試驗技術服務 14:1014。
- 3.陳蓓真。2004。果實生理劣變症狀與砧木、施鈣及貯藏溫度對‘金煌’ 芒果品質之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。128 頁。
- 4.Boller, T., R. C. Hernel and H. Kende. 1979. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Planta* 145:293.
- 5.Galan Saucó, V. 1996. Mango world production (outside Israel Egypt and India). *Acta Hor.* 55:15-22.
- 6.Haines., W. 1991. The world mango situation: A market perspective. *Acta Horticulturae* 291:1-11.
- 7.McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27:1254-1255.
- 8.Park, M. - S., H. J. Kweon, I. -K. Kang, and J. K. Byun. 1999. Effects of AVG on harvest time extension and storability improvement in ‘Tsugaru’ apples. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 40:577-580.
- 9.Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3th ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers, underland, Massachusetts, U.S.A.
- 10.Yang, S. F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. *HortScience* 20:41.

Preliminary Studies on Effect of AVG Application in Late Fruit Development Stage on the Fruit Quality of Mango (*Mangifera indica* L.)¹

Chang C.S., W. C. Chang and D. L. Lin²

Summary

In order to explore the effect of ethylene treatment on the quality of mango fruits, two concentrations of AVG(aminoethoxyvinylglycine), which will inhibit ethylene formation after application, were sprayed either on the fruit surface or on the leaves of fruit-setting branches, once a week in the late fruit development stage on the two mango varieties 'Chiin Kwang' and 'Irwin' mango. Results varied in varieties. On Chiin Kwang, the later the treatment, the larger the hue angle(θ value), meant the green color more significantly, and no difference was observed in the other characters. On Irwin, however, no differences were observed among treatment in fruit hardness, °Brix, and acidity or postpone the harvest stage. Therefore, more research is need before the use of AVG on mango to improve its fruit quality.

Key word : Mango, AVG, Fruit quality.

Accepted for publication: 28 November, 2005

1. Contribution No. 318 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture , the Executive Yuan.

2. Associate Researcher, Assistant Researcher and Associate Researcher, respectively, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA. Address: 70 Muchang., Hsinhua, 712, Tainan, Taiwan, ROC.