

## 採後 GA<sub>3</sub> 處理對不同成熟度鳳梨果實之影響

翁 浚 騰<sup>1)</sup> 謝 慶 昌<sup>2)</sup>

關鍵字：鳳梨、成熟度、延緩轉色、可滴定酸

**摘要：**本研究之目的為探討採後施用 GA<sub>3</sub> 對延長鳳梨櫛架壽命之可行性。鳳梨綠熟果採後浸泡 100 mg·L<sup>-1</sup>GA<sub>3</sub> 與 1/2 轉色果採後浸泡 100 及 150 mg·L<sup>-1</sup>貯藏於 15°C 下 7 天，置於室溫櫛架，皆有延緩轉色的現象，其中綠熟果有較明顯的延緩效果。2 種成熟度的鳳梨浸泡 GA<sub>3</sub> 後，其可滴定酸含量及糖酸比之變化較對照組緩慢，因此鳳梨採後浸泡 GA<sub>3</sub> 可有效延緩果皮轉色、品質變化，增加常溫下櫛架壽命。

### 前 言

鳳梨為鳳梨科(Bromeliaceae)鳳梨屬(*Ananas*)之多年生常綠果樹，原生於中南美洲。目前以廣泛栽植於夏威夷、菲律賓、中國、巴西、印尼等熱帶及亞熱帶國家，為世界三大果樹之一。近年來，台灣鳳梨生產面積及產量有逐漸增加的現象，根據 2016 年 FAO 的統計資料顯示台灣栽培面積排名第 21 名。於外銷上，目前主要市場為中國，占總外銷量的 95%，外銷市場已過於單一化，單一化市場會提高產業發展之風險，因此找尋延長貯藏、櫛架壽命之貯運技術對於外銷市場的拓展實有助益。

Giberellic acid (GA<sub>3</sub>)為植物荷爾蒙之一，影響許多植物生理現象，如可促進芽體萌芽、營養生長、誘導雄花發生及果實生長(Daviere and Achard, 2013; Hedden and Sponsel, 2015; Sun and Gubler, 2004)。於採後處理上，已被證實具有延緩葉綠素降解，抑制果皮轉色(Porat, 2001; Vendrell, 1970)、降低採後呼吸率及乙烯生合成高峰(Duguma *et al.*, 2014; Saks and Van Staden, 1992)、維持果實品質(Sembok *et al.*, 2016)，進而達到延長採後壽命的功用。

果皮顏色為鳳梨是否具商品價值判定之重要外觀依據，因此，本試驗之目的為利用不同果實成熟度的鳳梨果實於採後浸泡 GA<sub>3</sub>，觀察 GA<sub>3</sub> 對於鳳梨果實貯藏及模擬櫛架期間之外觀與櫛架後品質之影響。

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

#### (一) 鳳梨果實

'台農 17 號'鳳梨購買自嘉義民雄周姓農戶及屏東洪姓農戶，分別挑選轉色程度一致、外觀良好之綠熟果及 1/2 轉色果。

(二) Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>)為 Valent Biosciences Co.生產之有效成分 40%之水溶性粒劑。

### 二、試驗方法

#### (一) 成熟度試驗

將綠熟之鳳梨浸泡 0、100 mg·L<sup>-1</sup>之 GA<sub>3</sub>水溶液；1/2 轉色之鳳梨果實進泡 0、100、150 mg·L<sup>-1</sup>之 GA<sub>3</sub>水溶液，浸泡時間為 5 分鐘。浸泡後置於室溫下風乾並裝箱，貯藏於 15°C 的恆溫箱中 7 天，再於室溫模擬櫥架 5 天，觀察櫥架期間果實外觀之變化且於櫥架 5 天後進行果實品質分析。每處理均為 5 重複，以果實為重複單位。

### 三、調查項目

#### (一) 果皮顏色

以手持式色差儀(MiniScan XR Plus, Model 4500S)測定鳳梨果實赤道部位相對 2 點之果目間顏色，作為果皮顏色之代表。果皮顏色之數據以 L\*、a\*、b\*、C\*及 h°呈現。

#### (二) 果實硬度

以手持式硬度計(Penetrometer, FT327, Itaky)測定果實縱剖後赤道部位果肉每單位面積下之穿刺力量。探針直徑為 7.9 mm，單位以 N/cm<sup>2</sup>表示。

#### (三) 果汁全可溶性固性物

將赤道部位果肉榨取果汁後以可攜式電子曲折計(Pocket refractometer, PR-32, ATAGO, Japan)測定果汁之全可溶性固形物含量，單位為°Brix。

#### (四) 果汁可滴定酸含量

以定量吸管取 1 毫升之赤道部位果肉榨取之果汁，加入 9 ml 去離子水及 1 滴酚酞指示劑(phenolphthalein)。將混合後的液體以 0.1 N NaOH 滴定至變色作為判斷滴定終點之依據。記錄滴定使用之 NaOH 體積，並以檸檬酸作為主要酸成分進行換算。

#### (五) 果汁糖酸比

將上述，果汁全可溶性固形物及果汁可滴定酸含量之數值相除即為果汁糖酸比。

#### (六) 果肉抗壞血酸含量

將赤道部位之果肉切碎後取 1 公克，並加入 5 毫升之偏磷酸抽取液(2N acetic acid 含 6% metaphosphoric acid)進行研磨。再以抗壞血酸試紙(Reflectoquact® ascorbic acid test strip, Merck)，沾取待測溶液後利用 RQ-flex (RQ-flex 10, Merck, Germany)讀取抗壞血酸濃度 (mg·L<sup>-1</sup>)。

#### 四、數據分析

試驗所得之數據以統計分析軟體 SPSS (IBM SPSS Statistics 20) 進行最小顯著差異分析(LSD, least significant different test)。

## 結 果

### 一、成熟度試驗

鳳梨綠熟果浸泡 GA<sub>3</sub> 經 15°C 貯藏 7 天後與對照組，果皮顏色並無顯著差異。室溫模擬櫥架 5 天後，浸泡 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 之果實其果皮明度(L\*)、a\*、b\*、彩度(C\*)及色相角(h°)於統計上皆有顯著差異，其色相角(88.74°)較對照組高顯示果皮顏色較偏綠(表 1)。1/2 轉色果貯藏 7 天後，果皮顏色僅色相角於 GA<sub>3</sub> 處理組及對照組間有差異，而常溫櫥架 5 天後，果皮顏色之明度、a\*、b\*及彩度皆是對照組顯著高於 GA<sub>3</sub> 處理組，色相角方面則是以 150 mg·L<sup>-1</sup> 最高(70.99°)，其次為 100 mg·L<sup>-1</sup> (65.69°)及對照組(59.75°)(表 2)。

表 1. GA<sub>3</sub> 濃度對'台農 17 號'鳳梨綠熟果於 15°C 貯藏 7 天及回溫 5 天後果皮顏色之影響。

Table 1. Effect of GA<sub>3</sub> concentration on skin color of mature green 'Tainung No. 17' pineapple stored for 7 days at 15°C and an additional 5 days at room temperature (RT).

storage temperature and duration	Treatment	Skin color <sup>z</sup>				
		L*	a*	b*	C*	h°
Before storage	-	21.64	-1.99	8.34	8.64	102.39
15°C 7 days	Control	27.52	-1.49	13.82	14.04	99.71
	100 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	25.62	-1.85	9.65	10.01	104.55
Significance		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
15°C 7 days + RT 5 days	Control	37.17	10.43	28.09	30.07	70.39
	100 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	26.64	1.7	16.57	16.93	88.74
Significance		*	*	*	*	*

<sup>z</sup> Skin color is shown in CIELab color space model. L\* value indicates lightness, 100= white, 0= black; a\* value indicates the relative position between green (negative) and red (positive); b\* value indicates the relative position between blue (negative) and yellow (positive). C\*(Chroma) =  $(a^*^2 + b^*^2)^{1/2}$ ; Hue angle (h°) =  $\tan^{-1}(b/a)$ .

\*: Significant at P<0.05 by independent-sample t test.

N.S: Non-significant at P<0.05 by independent-sample t test.

表 2. GA<sub>3</sub> 濃度對 1/2 轉色之'台農 17 號'鳳梨於 15°C 貯藏 7 天及回溫 5 天後果皮顏色之影響。

Table 2. Effect of GA<sub>3</sub> concentration on skin color of 1/2 yellowing 'Tainung No. 17' pineapple stored for 7 days at 15°C and an additional 5 days at room temperature (RT).

Storage temperature and duration	Treatment	Skin color <sup>y</sup>				
		L*	a*	b*	C*	h°
Before storage		26.25	1.29	14.84	15.20	84.69
15°C 7 days	Control	34.18 a <sup>z</sup>	6.58 a	22.12 a	23.33 a	73.11 b
	100 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	37.03 a	7.9 a	20.2 a	22.09 a	68.09 b
	150 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	34.62 a	5.31 a	24.81 a	25.68 a	78.64 a
15°C 7 days +	Control	38.7 a	16.63 a	29.21 a	33.82 a	59.75 b
	100 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	32.1 b	10.77 b	23.65 b	26.35 b	65.69 a
RT 5 days	150 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	32.1 b	9.01 b	25.33 ab	27.28 ab	70.99 a

<sup>z</sup> Mean within columns followed by the same letters are not significantly different by LSD test at P ≤ 0.05.

<sup>y</sup> Skin color is shown in CIELab color space model. L\* value indicates lightness, 100 = white, 0 = black; a\* value indicates the relative position between green (negative) and red (positive); b\* value indicates the relative position between blue (negative) and yellow (positive). C\*(Chroma) =  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ; Hue angle (h°) =  $\tan^{-1}(b/a)$ .

綠熟果之鳳梨，經櫥架 5 天後，在硬度、可溶性固形物及抗壞血酸濃度，對照組與 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 處理組間並無顯著差異，但可滴定酸以 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 之 0.95% 較對照組之 0.76% 高。糖酸比方面，對照組顯著高於 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 處理組(表 3)。1/2 轉色果經貯藏及模擬櫥架後，其硬度及抗壞血酸含量在對照組及 100、150 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 間並無顯著差異。可溶性固形物含量以對照組對顯著高於 100 及 150 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 處理組，可滴定酸方面則以 150 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 含量最高，其次為對照組及 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 而兩組之間並無顯著差異。糖酸比之數據顯示對照組(18.51)顯著高於 150 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 處理組(14.96)，但與 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (16.51) 則無顯著差異(表 4)。

表 3. GA<sub>3</sub> 濃度對'台農 17 號'鳳梨綠熟果於 15°C 貯藏 7 天及室溫回溫 5 天後果實品質之影響。

Table 3. Effect of GA<sub>3</sub> concentration on fruit quality of mature green 'Tainung No. 17' pineapple stored for 7 days at 15°C and an additional 5 days at room temperature.

Treatment	Weight loss (%)	Firmness (N/cm <sup>2</sup> )	TSS <sup>x</sup> (°Brix)	TA <sup>y</sup> (%)	TSS/TA	Ascorbic acid (mg/100g)
Control	9.76 a	41.21 a <sup>z</sup>	16.98 a	0.92 b	18.51 a	33.83 a
100 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	8.18 b	39.02 a	15.07 b	0.92 b	16.51 ab	33.83 a
150 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	8.15 b	40.24 a	14.57 b	0.97 a	14.96 b	35.48 a

<sup>z</sup> TA: Titratable acidity.

<sup>y</sup> TSS: Total soluble solid.

\*: Significant at  $P < 0.05$  by independent-sample t test.

N.S.: Non-significant at  $P < 0.05$  by independent-sample t test.

表 4. GA<sub>3</sub> 濃度對 1/2 轉色之'台農 17 號'鳳梨於 15°C 貯藏 7 天及室溫回溫 5 天後果實品質之影響。

Table 4. Effect of GA<sub>3</sub> concentration on fruit quality of 1/2 yellowing 'Tainung No. 17' pineapple stored for 7 days at 15°C and an additional 5 days at room temperature.

Treatment	Weight loss (%)	Firmness (N/cm <sup>2</sup> )	TSS <sup>y</sup> (°Brix)	TA <sup>z</sup> (%)	TSS/TA	Ascorbic acid (mg/100g)
Control	8.54	36.34	13.06	0.76	17.58	33.60
100 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	7.26	39.51	11.65	0.95	12.34	34.91
Significance	N.S.	N.S.	N.S.	*	*	N.S.

<sup>z</sup> Means followed by same letter are not significant different by LSD test at  $P \leq 0.05$ .

<sup>y</sup> TA: Titratable acidity.

<sup>x</sup> TSS: Total soluble solids.

## 討 論

鳳梨果實之生長曲線為單 S 型，通常於成熟前 10-15 天時可溶性固形物、可滴定酸會有劇烈變化，以增進食用品質(Bartholomew *et al.*, 2003; Singleton and Gortner, 1965)。本試驗取用兩種不同成熟度的鳳梨果實，其品質分析結果顯示 1/2 轉色果之可溶性固形物及糖酸比皆較綠熟果高，代表 1/2 轉色果之成熟度較綠熟果高。

GA<sub>3</sub> 於採後處理之應用上，最為明顯的現象即為延緩轉色。GA<sub>3</sub> 能延緩轉色的原因是可抑制葉綠素分解酶(Chlorophyllase)的活性、減少葉綠素的降解(Li *et al.*, 2010)，此外還能影響其他色素的生成及累積(Rodrigo *et al.*, 2007)。本試驗中，綠熟之'台農 17 號'鳳梨在 15°C 貯藏 7 天後果皮顏色無明顯變化，經 GA<sub>3</sub> 處理的果實於櫥架 5 天後，色相角仍為 88.74° 於該角度於 CIELab 之呈色為綠色，但對照組之色相角已轉變為 70.39°，此角度於 CIELab 之呈色為黃色，顯示 GA<sub>3</sub> 具有抑制鳳梨果皮轉色的效果，該現象與周(2005)以'台農 17 號'鳳梨浸泡 GA<sub>3</sub> 水溶液後置於室溫下觀察之結果相同。

1/2 轉色之鳳梨果實經模擬櫥架 5 天後，雖色相角於統計上有差異且與浸泡濃度呈現正相關，但對照及 2 種濃度之 GA<sub>3</sub> 處理之果色皆已轉黃，其中對照組之色相角已低於 60°，代表果色轉變為橘紅色，但 GA<sub>3</sub> 處理組仍維持黃色。對於成熟度較高的果品，浸泡 GA<sub>3</sub> 後其抑制轉色的效果無綠熟果明顯，Garcia-Luis 等(1992)於採熟前不同時期對'Clementine'施用 GA<sub>3</sub>，發現 GA<sub>3</sub> 延緩顏色的效果會隨成熟度上升而下降，並提出若於葉綠素開始降解前施用 GA<sub>3</sub> 則可獲得較佳之抑制效果的推測。

本試驗中 GA<sub>3</sub> 主要影響的果實品質項目為可滴定酸，在綠熟果及 1/2 轉色果的品質分析結果中可發現 GA<sub>3</sub> 處理後可滴定酸含量皆較對照組高，周(2005)於採後浸泡 GA<sub>3</sub> 也有發現相似的現象，但目前尚無相關論述說明 GA<sub>3</sub> 與鳳梨可滴定酸之間的關係，因此需待學者進行更深入的探討。

綜上所述，GA<sub>3</sub> 確實具有延緩鳳梨果皮轉色增加櫥架壽命，但效果隨果實成熟度增加而下降。因此對於成熟度較高的果品，若想達到良好的抑制效果或許可以透過提高浸泡濃度或是增加浸泡時間的方式改善。

## 參 考 文 獻

- 周雅玲。2005。化學藥劑處理對鳳梨果實品質之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。pp. 74.
- Bartholomew, D. P., R. E. Paull, and K. G. Rohrbach. 2003. *The Pineapple: Botany, Production, and Uses*. CABI, New York.
- Daviere, J. M. and P. Achard. 2013. Gibberellin signaling in plants. *Development* 140: 1147-1151.
- Duguma, T., M. C. Egigu, and M. Muthuswamy. 2014. The effect of gibberellic acid on quality

- and shelf life of banana (*musa* spp.). *Int. J. Cur. Res. Rev.* 6: 63-69.
- Hedden, P. and V. Sponsel. 2015. A century of gibberellin research. *J. Plant Growth Regul.* 34: 740-760.
- Li, J. R., K. Yu, J. R. Wei, Q. Ma, B. Q. Wang, and D. Yu. 2010. Gibberellin retards chlorophyll degradation during senescence of paris polyphylla. *Biol. Plant.* 54(2): 395-399.
- Panigrahi, J., B. Gheewala, M. Patel, N. Patel, and S. Gantait. 2017. Gibberellic acid coating: a novel approach to expand the shelf-life in green chilli (*Capsicum annuum* L.). *Sci. Hortic.* 225: 581-588.
- Porat, R. 2001. Gibberellic acid slows postharvest degreening of 'oroblanco' citrus fruits. *Hortscience* 36(5): 937-940.
- Rodrigo, M. J., and L. Zacarias. 2007. Effects of postharvest ethylene treatment on carotenoid genes in the flavedo of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 43: 14-22.
- Rossetto, M. R. M., E. Purgatto, J. R. O. Nascimento, F. M. Lajolo, and B. R. Cordenunsi. 2003. Effects of gibberellic acid on sucrose accumulation and sucrose biosynthesizing enzymes activity during banana ripening. *Plant Growth Regul.* 41: 207-214.
- Saks, Y. and J. Van Staden. 1992. The role of gibberellic acid in the senescence of carnation flowers. *J. Plant Physiol.* 139: 484-488.
- Sembok, W. Z. W., Y. Hamzah, and N. A. Loqman. 2016. Effect of plant growth regulators on postharvest quality of banana (*Musa* sp aaa berangan). *J. Trop. Plant Physiol.* 8: 52-60.
- Singleton, V. L. and W. A. Gortner. 1965. Chemical and physical development of the pineapple fruit ii. Carbohydrate and acid constituents. *J. Food Sci.* 30: 19-23.
- Sun, T. P. and F. Gubler. 2004. Molecular mechanism of gibberellin signaling in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 55: 197-223.
- Vendrell, M. 1970. Acceleration and delay of ripening in banana fruit tissue by gibberellic acid. *AU8t. J. biol. Sci.* 23: 553-559.
- Zhou, Y., X. Pan, H. Qu, and S. J. Underhill. 2014. Low temperature alters plasma membrane lipid composition and ATPase activity of pineapple fruit during blackheart development. *J. Bioenerg Biomembr.* 46(1): 59-69.

## Effect of Postharvest Gibberellic Acid Treatment on Different Maturity of Pineapple Fruit

Jyun-Teng Weng<sup>1)</sup> Ching-Chang Shiesh<sup>2)</sup>

Key words: Pineapple (*Ananas comosus*), Maturity, Delay color changing, Titratable acid

### Summary

The objective of this study is to investigate the possibility of using GA<sub>3</sub> to lengthen the shelf life of pineapple. Delay change in color during shelf life at room temperature may be obtained by pre-immersing fruits harvested at green mature stage in 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and by pre-immersing fruits harvested at 1/2 gold stage in 100 and 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and then stored at 15°C for 7days. This treatment was more effective when applied in fruits harvested at green mature stage as compared to fruits harvested at 1/2 gold stage. After treatment with GA<sub>3</sub>, the change in titratable acid (TA) and total soluble solid-to-titratable acid ratio (TSS/TA) was slower in fruits harvested at both above-mentioned stages as compared to the control, thus, postharvest immersion of GA<sub>3</sub> may effectively delay change in color and maintain fruit quality to lengthen the shelf life at room temperature.

---

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.