

採收後處理植物生長調節劑對台農 17 號'金鑽' 鳳梨果實黑心劣變發生之影響

蘇俊麟¹⁾ 陳京城²⁾

關鍵字：鳳梨、黑心劣變、植物生長調節劑

摘要：本研究調查台農 17 號'金鑽'鳳梨採收後處理植物生長調節劑對果實品質與黑心劣變發生之影響。GA3 200 μ M 處理可以延緩果實轉色，提高可滴定酸含量，但也會使果實黑心劣變的發生率與黑心劣變指數提高。低溫處理前處理 200 μ M 與 400 μ M 水楊酸可以減少果冠萎凋，400 μ M 之處理並可延緩果皮與果肉轉色，但對鳳梨果實黑心劣變並無預防或降低效果。

前 言

鳳梨[*Ananas comosus* (L.) Merr.]屬於鳳梨科(Bromelicaceae)鳳梨屬(*Ananas*)多年生草本單子葉植物，原產於熱帶美洲之巴西、巴拉圭的亞馬遜河流域及阿根廷一帶，依品種與一般性狀可分為五大族群，分別為 Cayenne、Queen、Spanish、Abacaxi (Brazilian)及 Maipure (Ray, 2002)。台灣目前主要栽培的品種有開英種、台農 4 號('釋迦')、台農 6 號('蘋果')、台農 11 號('香水')、台農 13 號('冬蜜')、台農 16 號('甜蜜蜜')、台農 17 號('金鑽')、台農 18 號('金桂花')、台農 19 號('蜜寶')、台農 20 號('牛奶')及台農 21 號('黃金')等。台農 17 號'金鑽'母本為正常開英 'Smooth Cayenne'，父本為'Rough'(Queen 族群)，其口感及風味均佳，是台灣現今栽種面積及產量最多的品種。

鳳梨黑心劣變(black heart; internal browning; endogenous brown spot)，罹病果實外觀無異狀，但將果實剖開可見到心部果肉呈深褐色至黑褐色，且失去鳳梨原有的風味，是鳳梨在栽培及儲運過程中容易產生的果實生理劣變之一。研究發現低溫與植物生長調節劑皆會誘導鳳梨黑心劣變產生(Stewart *et al.*, 2001; Zhou *et al.*, 2003)。本試驗調查台農 17 號'金鑽'

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助理教授，通訊作者。

鳳梨以果梗直接吸收不同植物生長調節劑進入果實內，調查其對果實品質與黑心劣變發生之影響。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

試驗材料於 2006 年 10~11 月間取自南投縣名間鄉陳姓農戶之鳳梨果園，鳳梨品種為台農 17 號'金鑽'。

二、試驗方法

(一) GA₃、NAA 及 BA 處理

選取綠熟期(果色指數 1)之鳳梨，採收時留大約 15cm 之果梗，當天回到實驗室後立即將果梗基部剪除約 5cm，然後放入於含有 300ml 200 μ M 不同生長調節劑(GA₃、NAA 及 BA)之 500ml 容量燒杯中，對照組為蒸餾水處理，每個處理 10 個果實。果實放置於抽氣櫃中，增加果冠蒸散作用，以利將生長調節劑吸入果實中。處理 24 小時後取出果實，除去果梗後置於室溫 25 \pm 2 $^{\circ}$ C 下貯藏，分別於 5 天與 10 天後各取 5 個果實調查其品質及黑心劣變發生之情形。

(二) SA (Salicylic acid; 水楊酸)處理

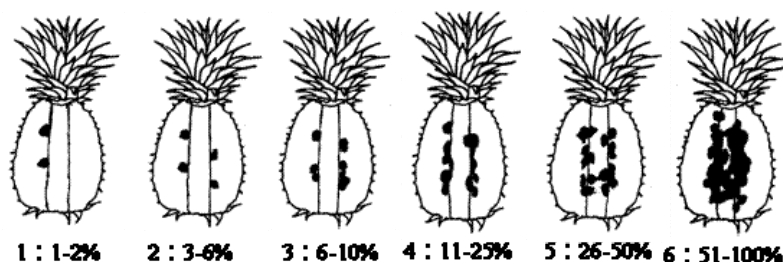
處理方法同上，SA 處理濃度為 0(對照組)、200 μ M 及 400 μ M。處理後之果實先貯藏於 8 $^{\circ}$ C 下 14 天，隨後移至室溫 25 \pm 2 $^{\circ}$ C 貯藏，分別於 5 天與 10 天後各取出 5 顆果實調查其品質及黑心劣變發生情形。

三、果實品質調查項目與方法：

- (一) 果實與果冠重量：利用磅秤測定全果重，以 g 表示。
- (二) 果冠萎凋率測定：目測估算果冠萎凋部分佔總果冠面積的百分比，估算區間為 10%。
- (三) 可溶性固形物測定：取鳳梨果實赤道部位果肉搾取汁液，使用手持曲折計(hand refractometer, ATAGO)測定，以 $^{\circ}$ Brix 表示之。
- (四) 可滴定酸含量測定：取 1 ml 鳳梨果實赤道部位果肉之果汁，加入 9 ml 蒸餾水及指示劑 10 μ l 之 0.1%酚酞(w/v ethanol)，以 0.1 N 之 NaOH 滴定至呈現粉紅色，記錄滴定量，以檸檬酸為標準換算之，以%表示之。
- (五) 果實之果色指數：目測果皮轉色情形，以 1-7 指示之。1 綠色(full green)，2:淡黃綠色(yellowish green; slight clorbreak)，3:1/4 轉黃(1/4 yellow)，4:1/2 轉黃(1/2 yellow)，5:3/4 轉黃(3/4 yellow)，6:全黃(full yellow)，7:橘黃(reddish yellow)。
- (六) 果皮顏色之測定：以 Nippon Denshoku 出品之 NR-3000 色差計(Hand colorimeter)測定

果實赤道部位之果皮顏色，依 McLaren (1976)所制訂之 CIE L*a*b* colour-space 系統表示之。L 值代表色澤亮度，其質介於 0~100，L100 為白色，L0 為黑色；a 值代表紅綠互補色值，其值介於 -60~60，+a 表示偏紅色，-a 偏綠色；b 值代表黃藍互補色值，其值介於 -60~60，+b 表示偏黃色，-b 偏藍色。

- (七) 果實黑心劣變發生率：估算整批果實中發生黑心劣變果實所佔之百分比。黑心劣變發生率 = 黑心劣變果實數量 / 總果實數量 × 100%
- (八) 果實黑心劣變發生嚴重程度：參考 Paull 及 Rohrbach (1985)所訂定之標準(如下圖)，目測估算果實縱切面有黑心劣變症狀之面積，佔內部果肉(靠近果心約 1 cm 之果肉)及果心總縱切面面積之百分比，並以 1-6 表示，無黑心劣變發生者，以 0 表示。



四、數據分析：

本試驗所有數據以 Microsoft Excel 軟體進行試算表製作統計與繪圖，並採用 SAS (Statistic Analysis System)套裝統計軟中之 PROC GLM (General linear model)進行變方分析，以 Least Significant Difference (LSD) test 檢查 P=5%之差異顯著性。

結 果

一、GA₃、NAA 及 BA 處理對果實品質及黑心劣變發生之影響

果冠重隨著貯藏天數增加而下降，在不同處理間之果冠重量並無顯著差異。果冠萎凋率隨著貯藏天數增加而增加，其中以 BA 200μM 處理者在貯藏 10 天後之果冠萎凋率達 48% 為最高，而不同處理間之果冠萎凋率並無顯著差異(表 1)。不同處理間之可溶性固形物並無顯著差異。GA₃ 處理者之可滴定酸顯著高於其他處理者。

GA₃ 處理之鳳梨貯藏 5 天與 10 天後之果色指數分別為 3.2 與 4.0，低於其他處理者(表 2)。對照組、BA 與 NAA 處理之果實在貯藏 5 天後果色指數達到 6.5，貯藏 10 天後果色指數達 7.0。GA₃ 處理果實在貯藏 5 天與 10 天之果皮色差值之 a 值分別為 0.5 與 -0.6 低於其他處理者，其果色仍偏綠。

表 1. GA₃、NAA 及 BA 處理不同貯藏天數對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實品質之影響^z

Table 1. Effects of GA₃, NAA and BA treatments with different storage periods on fruit quality of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple.^z

Treatments	Storage time (days)	Crown weight (g)	Severity of crown wilting (%)	Total soluble solids (°Brix)	Titrateable acid (%)
Control	5	80.1±17.9 a	10 ± 0 b	14.0 ± 1.0 a	0.80 ± 0.7 c
	10	74.6± 23.4 a	22 ± 11 ab	13.2 ± 0.7 ab	0.86 ± 0.7 cb
GA ₃ 200 μM	5	67.4± 11.6 a	9 ± 24 b	13.8 ± 0.7 ab	1.01 ± 0.04 a
	10	59.1± 33.5 a	35 ± 31 ab	13.4 ± 0.4 ab	1.05 ± 0.04 a
NAA 200 μM	5	81.7± 27.3 a	8 ± 2 b	13.4 ± 1.0 ab	0.87 ± 0.04 cb
	10	85.9± 14.5 a	28 ± 22 ab	12.6 ± 0.4 b	0.84 ± 0.04 cb
BA 200 μM	5	86.8± 17.2 a	3 ± 4 b	13.6 ± 0.4 ab	0.92 ± 0.03 b
	10	57.3± 18.8 a	48 ± 35 a	12.8 ± 0.8 ab	0.82 ± 0.02 c

^z After treated with GA₃, NAA and BA, fruits were stored at room temperature for 5 or 10 days.

^y Mean separation within columns by the Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 2. GA₃、NAA 與 BA 處理及不同貯藏天數對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實果皮顏色之影響^z

Table 2. Effects of GA₃, NAA and BA treatments with different storage period on skin color of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple.^z

Treatments	Storage time (days)	Skin color index	Skin color		
			L	a	b
Control	5	6.6±0.5	55.1± 1.6	6.7 ±0.8	25.1 ±11.0
	10	7.0±0.0	45.8± 4.2	10.9 ±1.6	32.1 ± 8.7
GA ₃ 200 μM	5	3.2±0.4	43.1± 5.2	0.5 ±1.2	23.3 ± 2.2
	10	4.0±0.9	37.7±11.1	-0.6 ±4.3	22.5 ± 4.4
NAA 200 μM	5	7.0±0.0	50.4± 3.1	7.0 ±1.0	27.9 ± 1.9
	10	7.0±0.0	52.6± 4.1	9.3 ±1.8	29.1 ± 5.9
BA 200 μM	5	6.6±0.5	52.6± 1.9	6.4 ±0.8	29.8 ± 4.2
	10	7.0±0.0	48.1± 2.9	9.9 ±0.7	31.2 ± 4.3

^z After treated with GA₃, NAA and BA, fruits were stored at room temperature for 5 or 10 days.

不同生長調節劑處理間只有 GA₃ 處理者有黑心劣變徵狀產生，貯藏 5 天及 10 後之黑心劣變指數為 0.4，不同貯藏時間之黑心劣變發生率分別為 20% 及 40%，黑心劣變發生率會隨著貯藏天數而增加(表 3)。

表 3. GA₃、NAA 與 BA 處理及不同貯藏天數對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實黑心劣變發生之影響^z

Table 3. Effects of GA₃, NAA and BA treatments with different storage periods on the occurrence of blackheart disorder in Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit.^z

Treatments	Storage time (days)	Index of blackheart	Incidence of blackheart (%)
Control	5	0.0±0.0	0.0
	10	0.0±0.0	0.0
GA ₃ 200 μM	5	0.4±0.8	20.0
	10	0.4±0.4	40.0
NAA 200 μM	5	0.0±0.0	0.0
	10	0.0±0.0	0.0
BA 200 μM	5	0.0±0.0	0.0
	10	0.0±0.0	0.0

^z After treated with NAA、BA and GA₃, fruits were stored at room temperature for 5 or 10 days.

二、SA (水楊酸) 處理對低溫貯藏果實品質及黑心劣變發生之影響

SA 處理者於低溫貯藏後，移至室溫下 5 天之果冠重及果冠萎凋率與對照組間無顯著差異(表 4)。然而貯藏於室溫下 10 天後，SA 處理者之果冠萎凋情形顯著較對照組輕微。同一貯藏時間調查之可溶性固形物及可滴定酸，各處理間並無顯著差異(表 4)。但與低溫貯藏前相比，果實 8°C 貯藏 14 天後接著室溫貯藏 5 天後可滴定酸含量顯著上升。

對照組、SA 200μM 與 SA 400μM 處理後，果實 8°C 貯藏 14 天後接著室溫貯藏 5 天之果色指數分別為 2.0、2.2 與 3.4，SA 400μM 處理者高於其他處理，但貯藏 10 天後果色指數分為 7.0、6.6 與 5.6，SA 400μM 處理者低於對照組(表 5)。L、a、b 值各處理間並無顯著差異。

以 SA 200μM 與 400μM 處理後之果實以 8°C 貯藏 14 天後移至室溫貯藏 5 天之果實黑心劣變指數分別為 2.2、2.4，略高於對照組之 1.0(表 6)。8°C 低溫處理 14 天後移至室溫貯藏 5 天後，對照組與處理組之黑心劣變發生率都在 80%。而 8°C 低溫處理 14 天後移至室溫貯藏 10 天後，SA 200μM 與 400μM 處理之黑心劣變發生率為 100%，對照組為 80%，SA 處理略為提高了黑心劣變發生率(表 6)。

表 4. 水楊酸與低溫處理對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實品質之影響^z

Table 4. Effects of salicylic acid and cold treatment on the quality of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit.^z

Treatments	Storage time (days)	Crown weight (g)	Severity of crown wilting (%)	Total soluble solids (°Brix)	Titrateable acid (%)
Control	0	70.8±19.1 ab ^y	0.0± 0.0 c	11.7±0.6 ab	0.87±0.08 c
	5	80.8± 2.0 a	6.0± 7.0 c	11.0±1.1 ab	1.22±0.08 ab
	10	46.3±16.2 c	32.0±11.6 a	12.4±2.3 a	1.12±0.08 b
SA 200 µM	5	83.5±17.5 a	3.0± 2.5 c	10.8±0.7 b	1.26±0.07 a
	10	55.3±10.7 ab	19.0± 8.0 b	11.3±0.4 ab	1.24±0.06 ab
SA 400 µM	5	80.1±20.6 a	8.0± 4.0 c	11.3±0.4 ab	1.25±0.07 a
	10	77.4±13.3 ab	8.0± 2.5 c	11.1±0.6 ab	1.18±0.09 ab

^z After treated with SA, fruits were stored at 8°C for 2 weeks, followed by at room temperature for 5 or 10 days.

^y Mean separation within columns by the Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 5. 水楊酸與低溫處理對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實果皮顏色之影響^z

Table 5. Effects of salicylic acid and cold treatment on the skin and flesh color of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit.^z

Treatments	Storage time (days)	Skin color index	Skin color		
			L	a	b
Control	0	1.0±0.0	46.2±5.7	-1.1±1.0	12.5±2.3
	5	2.0±0.0	50.7±2.5	0.1±1.2	13.6±0.6
	10	7.0±0.0	55.1±2.2	5.6±0.3	22.6±0.6
SA 200 µM	5	2.2±1.2	47.3±8.1	1.4±2.6	17.9±3.9
	10	6.6±6.6	56.6±3.5	5.0±1.5	22.4±4.3
SA 400 µM	5	3.4±1.4	54.4±3.2	1.4±1.5	16.9±5.3
	10	5.6±5.6	54.4±3.2	5.9±1.5	25.3±3.5

^z After treated with SA, fruits were stored at 8°C for 2 weeks, followed by at room temperature for 5 or 10 days.

表 6. 水楊酸與低溫處理對台農 17 號'金鑽'鳳梨黑心劣變發生之影響^zTable 6. Effects of salicylic acid and cold treatment on the occurrence of blackheart disorder in Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit. ^z

Treatments	Storage time (days)	Index of blackheart	Incidence of blackheart (%)
Control	0	0.0±0.0	0
	5	1.0±0.6	80
	10	1.8±1.5	80
SA 200 μM	5	2.2±1.2	80
	10	1.4±0.8	100
SA 400 μM	5	2.4±1.7	80
	10	1.8±0.8	100

^z After treated with SA, fruits were stored at 8°C for 2 weeks, followed by at room temperature for 5 or 10 days.

討 論

本試驗結果發現以 GA₃ 處理後之鳳梨果實貯藏 10 天後可滴定酸含量較其他處理者高，果皮轉色也較慢，因此推測 GA₃ 處理可以延緩鳳梨果實的後熟。採收後處理 GA₃ 可以延緩果實後熟，在番茄(Dostal and Leopold, 1967)、芒果(Murthy and Gopalkrishna Rao, 1982)及仙人掌果(Schirra *et al.*, 1999)均有相同之效果。

GA₃ 處理之台農 17 號'金鑽'鳳梨果實在室溫環境下貯藏會誘導黑心劣變發生(表 3)，此結果與 Zhou 及 Tan (1997)使用'Smooth Cayenne'鳳梨之結果一致。Zhou 等人(2003)研究發現鳳梨 PPO 酵素 PINPPO1 與 PINPPO2 兩個基因之啟動子序列與 GA 反應複合體(gibberellin response complexes; GARC)基因序列具有顯著相似度，因此 GA 處理可能誘導 PPO 酵素基因表現。

根據 Taşgım 等人(2006)發現以水楊酸處理冬小麥可以提升 peroxidase 與 catalase 酵素活性，提升細胞抗氧化能力，但同時也提高了 PPO 酵素活性(Taşgım *et al.*, 2006)。周(2005)發現果實浸泡水楊酸並無法降低或預防鳳梨黑心劣變發生，與本研究以果梗吸收水楊酸處理之結果一致(表 6)。水楊酸能降低果冠萎凋率及延緩果皮轉色，這原因可能是水楊酸可以保持細胞膜的完整性，降低電解質滲漏，但水楊酸也是酚類化合物的一種，由果梗吸收水楊酸，這可能提供鳳梨 PPO 酵素之反應基質，並誘導 PPO 活性升高，而增加鳳梨產生黑心劣變的機會。Thipyamong 等人(2007)指出 PPO 活性與多種作物之抗病蟲害與抗逆境能力有直接或間接關係，推論當植物遭遇生物或非生物之逆境時，會產生逆境相關荷爾蒙作

為訊息分子，啟動相關防衛機制，因此水楊酸等逆境相關荷爾蒙可能促進 PPO 活性提高。外加水楊酸處理雖可增加細胞抗氧化能力及提高對逆境之耐性，但可能會誘導 PPO 活性增加，促使鳳梨黑心劣變發生。

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。p46。
- Dostal, H. C. and A. C. Leopold. 1967. Gibberellin delays ripening of tomatoes. *Science* 158: 1579-1580.
- McLaren, K. 1976. The development of the CIE 1976 (L*a*b*) uniform colour-space and colour-difference formula. *J. Soc. Dyers Colour.* 92: 338-341.
- Murthy, S. K. and K. P. Gopalakrishna Rao. 1982. Regulation of ripening by chemicals in 'Alphonso' mango. *Sci. Hort.* 16: 179-183.
- Paull, R. E. and K. G. Rohrbach. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. *J. Am. Soc. Hor. Sci.* 110: 100-105.
- Ray, P. K. 2002. Pineapple, p. 201-214. In : Ray, P. K. (ed.). *Breeding tropical and subtropical fruits*. Narosa Publishing House, New Delhi.
- Schirra, M., G. D'hallewin, P. Inglese, and T. La Mantia. 1999. Epicuticular changes and storage potential of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* Miller (L.)] fruit following gibberellic acid preharvest sprays and postharvest heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 17: 79-88.
- Stewart, R. J., B. J. B. Sawyer, C. S. Bucheli, and S. P. Robinson. 2001. Polyphenol oxidase is induced by chilling and wounding in pineapple. *Aust. J. Plant Physiol.* 28: 181-191.
- Taşgın, E., Ö. Atıcı, B. Nalbantoğlu, and L. P. Popova. 2006. Effects of salicylic acid and cold treatment on protein levels and on the activities of antioxidant enzymes in the apoplast of winter wheat leaves. *Phytochemistry* 67: 710-715.
- Thipyapong, P., M. J. Stout, and J. Attajarusit. 2007. Functional analysis of polyphenol oxidases by antisense/sense technology. *Molecules* 12: 1569-1595.
- Zhou, Y., J. M. Dahler, S. J. R. Underhill, and R. B. H. Wills. 2003. Enzymes associated with blackheart development in pineapple fruit. *Food Chem.* 80: 566-572.
- Zhou, Y. C. and X. J. Tan. 1997. Mechanism of blackheart development induced by low temperature and gibberellic acid in pineapple. *Acta Hort.* 425: 587-593.

Effects of Postharvest Treatments of Plant Growth Regulators on the Occurrence of Pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.] Blackheart Disorder

Chun-Lin Su ¹⁾ Ching-Cheng Chen ²⁾

Key words: Pineapple; Blackheart disorder; Plant growth regulators

Summary

Effects of plant growth regulator on quality and blackheart occurrence of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit (*Ananas comosus* L. Merr.) were studied. The results showed that GA3 treatment delayed fruit coloring and crown wilting but increased titratable acidity and the incidence and severity of blackheart disorder. Application of 200 μ M and 400 μ M salicylic acid reduced the severity of crown wilting and 400 μ M salicylic acid treatment also delayed skin and flesh coloring. There was no significant effect on lowering the incidence of blackheart disorder by salicylic acid treatment.

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

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

Corresponding author.

