

植物生長調節劑對葡萄果實著色之影響

王智軍¹⁾ 陳京城²⁾

關鍵字：花青素、激勃酸、離層酸

摘要：本研究主要探討施用植物生長調節劑對葡萄果實著色之影響，期能找出適宜之處理方法，以作為葡萄栽培對於氣候變遷的因應對策之一。於滿花期以 GA₃ 及 CPPU 不同濃度組合噴施葡萄花穗之後，於轉熟期時採取果粒進行離體培養，結果發現三倍體葡萄 BK-02 之 GA₃10 ppm 及 GA₃ 10 ppm + CPPU 2 ppm 處理組與對照組皆無顯著差異，顯示開花期處理 GA₃ 及 CPPU 並不影響其果皮轉色。果粒培養處理中，添加 S-ABA 顯著促進 BK-02 果皮轉色。而 GA₃ 及 CPPU 處理在品種間有不同的結果；GA₃ 及 CPPU 各種處理對'巨峰'葡萄顯著造成轉色不良，而對 BK-02 則無顯著影響。三倍體葡萄 BK-02 於轉熟期田間處理 S-ABA 400 ppm 顯著促進果皮花青素之累積，可溶性固形物含量也顯著較對照組高，而於滿花期及果實肥大期處理 GA₃ 及 CPPU 不同濃度組合，均明顯有增加穗重、單粒重、穗梗重及果實長寬之效果。綜合上述結果，田間栽培之葡萄於滿花期及果實肥大期處理 GA₃ 及 CPPU，可明顯增加果穗重及果粒大小，後續於轉熟期處理 S-ABA，則有促進果皮花青素累積之效果。

前 言

葡萄在植物分類上屬葡萄科(Vitaceae)葡萄屬(*Vitis*)，為全球最重要的經濟果樹之一。惟臺灣氣候條件高溫多濕，許多國外優良品種無法適應臺灣之栽培環境，因此大多無法達到經濟栽培的規模(陳，2014)。「巨峰」葡萄是唯一成功大量栽培之品種，目前為臺灣葡萄產業之主力品種。近年來因全球暖化導致氣候變遷，葡萄栽培上經常出現著色不良之現象。葡萄的果色是重要的品質評定指標之一，果實外觀品質優劣不僅會直接影響消費者的購買意願，甚至會影響葡萄市場價格之高低。高溫的熱帶地區生長之葡萄常有轉色不良之現象，

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。

而在栽培上可利用一些植物生長調節劑，促進有色葡萄果皮花青素的累積，來改善轉色不良的現象(陳，1987；林，1988；林，2009)。本研究以'巨峰'葡萄及三倍體有色品系 BK-02 為試驗材料，探討不同植物生長調節劑對果皮花青素累積之影響，以供未來改善葡萄果皮著色之參考。

材料與方法

試驗一：田間不同生長調節劑處理對葡萄果粒培養轉色之影響

一、材料

試驗材料取自種植於國立中興大學葡萄中心，品種為'貝利 A' (*V. labruscana* × *V. vinifera* cv. Muscate Bailey A)與'巨峰'雜交之三倍體葡萄 BK-02，以水平棚架栽培，整穗疏果至果粒約 35 粒左右，於轉熟期(veraison) (106 年 6 月 16 日)，取果粒進行離體培養。

二、方法

試驗材料於滿花期後，分三種處理，一為未施藥劑之對照組，另二種分別為 GA₃ 10 ppm 與 GA₃ 10 ppm + CPPU 2 ppm，花穗直接噴施藥劑，並於果實轉熟期時採取果粒進行培養。

(一)果粒培養基

本試驗培養基含有 1/2 MS (Murashige and Skoog Basal Salt Mixture)，再分別加入 2% Sucrose，每一培養基 pH 調整至 5.8，注入 5 mL 上述培養基於培養瓶中。

(二)果粒培養

田間選取轉熟期之完整果粒，採下後浸於 75% 酒精消毒 5 分鐘，於無菌操作台以無菌水清洗 3 次，再縱剖為 2，切面朝下置放於含有濾紙之液態培養基上進行培養，每瓶有 5 個 1/2 果粒，培養環境條件為光強度 2,500-3,000 Lux，溫度 26 ± 1°C，光週期為 16/8(明/暗)小時。培養至各處理中有 1 組果皮表面全數轉為深紅色，則視為轉色完成，即停止培養，共培養 6 日。並將全數培養瓶內果粒取出；每一培養瓶之果粒去除果肉後，將果皮以液態氮急速冷凍，並冷凍保存備用(Hiratsuka *et al.*, 2001)。

(三)花青素測定

取上述冷凍之果皮 1 g，置於研鉢以液態氮快速磨碎，每一碎片小於 0.3 mm x 0.3 mm 後置入離心管，再加入 10 mL 1% HCl，搖晃使之均勻混合後，於冰箱內(4°C)靜置 20 小時後，取出搖勻後置回冰箱，再經 4 小時靜置後取上清液，以分光光度計(U-2900, HITACHI, Tokyo, Japan)測定 530 nm 波長吸光值(OD 值)。

(四)統計分析

以 SAS Enterprise Guide 7.1 統計軟體進行變方分析，用 Fisher's protected LSD test 分析各處理間於 P ≤ 0.05 時有無顯著差異。

試驗二：瓶內不同生長調節劑處理對葡萄果粒培養轉色之影響

一、材料

試驗材料取自種植於國立中興大學葡萄中心，品種為'巨峰'及三倍體葡萄 BK-02 共兩種，其果皮均為紅黑色，以水平棚架栽培。於滿花當日噴施 GA₃ 5 ppm + CPPU 2 ppm、滿花後 10 日噴施 GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm 混合液，整穗疏果至果粒約 35 粒左右，並於果實轉熟期取果粒以進行離體培養。

二、方法

(一)果粒培養基

培養基處理有 8 種，每一培養基 pH 均調整至 5.8 後，注入 5 mL 培養基於培養瓶中。各種處理添加不同生長調節劑及濃度，如下：

基礎培養基	生長調節劑
1/2 MS + 2% Sucrose	S-ABA 100 ppm
	S-ABA 200 ppm
	S-ABA 400 ppm
	GA ₃ 10 ppm
	GA ₃ 20 ppm
	CPPU 5 ppm
	CPPU 10 ppm
	Control (CK)

GA₃ 及 CPPU(日本住友化學)，S-ABA(日本バル)。

(二)果粒培養

方法同試驗一。材料為'巨峰'於 107 年 5 月 24 日田間採取果粒，培養至 5 月 31 日；BK-02 為同年 6 月 15 日田間採取果粒，培養至 6 月 21 日。

(三)花青素測定

方法同試驗一。

(四)統計分析

方法同試驗一。

試驗三：不同生長調節劑處理對田間葡萄果實轉色之影響

一、材料

試驗材料取自種植於國立中興大學葡萄中心，品種為'貝利 A'與'巨峰'雜交之三倍體葡萄 BK-02，以水平棚架栽培。於滿花時、滿花後 10 日及滿花後 24 日施用不同的生長調節劑處理，整穗疏果至果粒約 35 粒左右。

二、方法

所有處理(含對照組)於滿花期(108年4月8日)噴施 GA₃ 5 ppm + CPPU 2 ppm，滿花後 10 日、滿花後 24 日及轉熟期時，則依不同處理設計噴施不同濃度生長調節劑或蒸餾水。果實於 108 年 7 月 12 日(花後 95 日)採收，先置於 5±1°C 下儲存 1 日後，再進行各項性狀調查。各處理分述如下：

時間 處理代碼	滿花期	滿花後 10 日	滿花後 24 日	轉熟期
CK	GA ₃ 5 ppm + CPPU 2 ppm	H ₂ O	H ₂ O	H ₂ O
T1		GA ₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm	GA ₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm	H ₂ O
T2			S-ABA 400 ppm	
T3			GA ₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm	H ₂ O
T4		GA ₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm	GA ₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm	S-ABA 400 ppm
T5				H ₂ O
T6				S-ABA 400 ppm
T7				H ₂ O
T8		GA ₃ 40 ppm + CPPU 5 ppm	S-ABA 400 ppm	

三、調查項目

(一)穗重

各處理均採 10 果穗進行秤重紀錄之，單位為公克(g)。

(二)果粒重

每單一果穗逢機選取上、中、下段果粒共 10 粒，秤得 10 粒重後，再計算平均值為單粒重，單位為公克(g)。

(三)穗梗重

將已秤重好之果穗剪除所有果粒，留下之穗梗秤重，單位為公克(g)。

(四)果粒大小

每一果穗逢機選取之 10 粒果粒，利用游標尺測定單一果粒之長與寬，再計算平均值，單位為公釐(mm)。

(五)總可溶性固形物(Total soluble solids, TSS)

每單一果穗逢機選取之果粒，經榨汁後利用手持屈折計(Pocontrolet Refractometer PAL-1, ATAGO)測定可溶性固形物，以 °Brix 表示之。

(六)可滴定酸(Titratable acid, TA)

以自動滴定儀(Titration Manager TIM840, TitraLab)測定，取 1 mL 果汁加入 24 mL 蒸

餾水，以 0.1 N NaOH 滴定至 pH 8.2 時所需的量，並以 tartaric acid 做為 standard，以%表示。

(七)果皮花青素測定

每單一果穗隨機選取之果粒，取其果皮磨碎再經攪拌均勻後秤取 2 g，加入 30 mL 之 1% HCl 甲醇溶液，搖晃使之均勻混合後，於冰箱內(4°C)靜置 20 小時後，取出搖勻後置回冰箱，再經 4 小時靜置後取上清液，置入測光管，以分光光度計(U-2900, HITACHI, Tokyo, Japan)測定 530 nm 波長吸光值，以 OD 值表示之。

(八)統計分析

同試驗一。

結 果

試驗一：田間不同生長調節劑對葡萄果粒培養轉色之影響

三倍體葡萄 BK-02 滿花當日於田間噴施生長調節劑 GA₃ 10 ppm 及 GA₃ 10 ppm + CPPU 2 ppm 之 OD 值與對照組均無顯著差異(表 1)。

試驗二：瓶內不同生長調節劑處理對葡萄果粒培養轉色之影響

一、'巨峰'葡萄果粒培養

培養基添加 S-ABA 100 ppm、200 ppm 及 400 ppm 之 OD 值均較對照組高，且有顯著差異，三種 S-ABA 處理之間，以 400 ppm 處理組最高；三種 S-ABA 處理組之 OD 值亦顯著高於 GA₃ 及 CPPU 各處理 (表 2)。GA₃ 及 CPPU 共四種處理之 OD 值均顯著較對照組低，其中以 GA₃ 20 ppm 處理組最低。S-ABA 400 ppm 處理組之果皮顏色明顯較其他處理組深，且明顯看出 CK 果皮顏色亦較 GA₃ 及 CPPU 各處理深紅(圖 1)。

表 1. 田間外施 GA₃ 及 CPPU 對 BK-02 葡萄果粒離體培養轉色之影響

Table 1. Effect of GA₃ and CPPU application in the field on coloration of BK-02 grape berries incubated *in vitro*.

Treatment ^z	OD value (530nm)
CK	1.95 ± 0.31 a ^y
GA ₃ 10 ppm	1.99 ± 0.44 a
GA ₃ 10 ppm + CPPU 2 ppm	1.67 ± 0.20 a

^z Plant growth regulator were applied at full-bloom.

^y Mean±standard deviation (n=4). Means followed by the same letter were not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表 2. 不同生長調節劑對'巨峰'葡萄離體培養果粒轉色之影響

Table 2. Effect of plant growth regulators on coloration of 'Kyoho' grape berries *in vitro*.

Treatment	OD value (530nm)
CK	2.16 ± 0.12 c ^z
GA ₃ 10 ppm	1.62 ± 0.31 de
GA ₃ 20 ppm	1.36 ± 0.20 e
CPPU 5ppm	1.70 ± 0.08 d
CPPU 10ppm	1.52 ± 0.31 de
S-ABA 100 ppm	2.58 ± 0.11 ab
S-ABA 200 ppm	2.45 ± 0.13 b
S-ABA 400 ppm	2.84 ± 0.27 a

^z Mean±standard deviation (n=5). Means followed by the same letter were not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

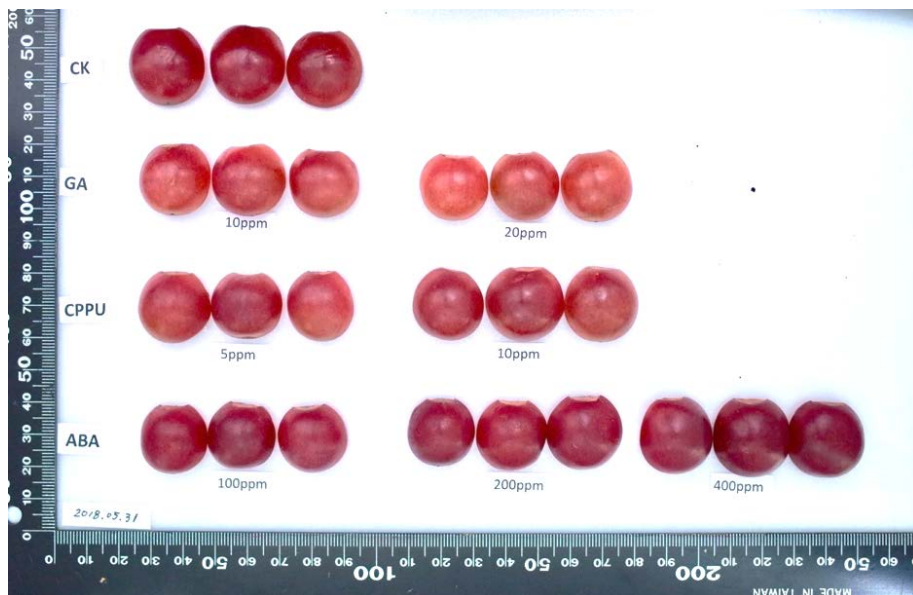


圖 1. 不同生長調節劑對'巨峰'葡萄果粒培養轉色之影響。

Fig 1. Effect of plant growth regulators on coloration of 'Kyoho' grape berries *in vitro*.

二、三倍體 BK-02 果粒培養

培養基添加 S-ABA 100 ppm、200 ppm 及 400 ppm 之 OD 值顯著高於其他處理組(含對照組)，三種 S-ABA 之間，以 400 ppm 最高，其次為 200 ppm，再次為 100 ppm，但三者間並無顯著差異，而三種 S-ABA 處理之 OD 值亦顯著高於 GA₃ 及 CPPU 各處理之 OD 值(表 3)。GA₃ 及 CPPU 各種處理之 OD 值與對照組無顯著差異，依 OD 值高低依序為 CPPU 5 ppm、CPPU 10 ppm、GA₃ 10 ppm、GA₃ 20 ppm。雖然 CPPU 處理皆高於 GA₃ 處理，但四種處理間均無顯著差異。S-ABA 處理組之果皮顏色明顯較其他處理組深紅(圖 2)。

試驗三：不同生長調節劑處理對田間葡萄果實轉色之影響

(一)穗重

滿花後 10 日果穗處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm 混合液，滿花後 24 日處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm 混合液之處理(T5)穗重最重(394.86 g)，與其他處理皆有顯著差異，但其他處理間則無顯著差異；而滿花後 10 日果穗處理 GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm 混合液，滿花後 24 日果穗處理 GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm 混合液，開始轉色時處理 S-ABA 400 ppm 之 T2 處理組及 CK 二種處理相較於其他處理有顯著較低之穗重(表 4)。

(二)果粒重

CK 處理之果粒重為全部處理中最低，且與各處理間均有顯著差異。其中 T3、T4、T5、T6、T7 及 T8 顯著較高；另外，T2 顯著高於 T1，而 T1 顯著高於 CK。T1 與 T3 滿花後 24 日 GA₃ 10 ppm + GA₃ 20 ppm 的不同處理，其他階段處理一樣，結果二者之果粒有顯著差異，T5 及 T7 於滿花後 24 日分別處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm 及 GA₃ 40 ppm + CPPU 5 ppm 其他階段處理一樣，結果二者之果粒重無顯著差異(表 4)。

表 3. 不同生長調節劑對三倍體葡萄 BK-02 離體培養果粒轉色之影響

Table 3. Effect of plant growth regulators on coloration of triploid BK-02 grape berries *in vitro*.

Treatment	OD value (530nm)
CK	2.31 ± 0.25 b ^z
GA ₃ 10 ppm	2.60 ± 0.62 b
GA ₃ 20 ppm	2.20 ± 0.23 b
CPPU 5ppm	2.91 ± 0.94 b
CPPU 10ppm	2.86 ± 0.33 b
S-ABA 100 ppm	4.69 ± 0.67 a
S-ABA 200 ppm	4.97 ± 1.39 a
S-ABA 400 ppm	5.54 ± 0.66 a

^z Mean±standard deviation (n=4). Means followed by the same letter were not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.



圖 2. 不同生長調節劑對三倍體葡萄 BK-02 果粒培養轉色之影響

Fig 2. Effect of plant growth regulators on coloration of triploid BK-02 grape berries *in vitro*.

(三) 穗梗重

穗梗重最高者為滿花 10 日後果穗處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm，並於滿花後 24 日處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm 之 T5 處理組，最低者為 CK 組。於轉熟期處理 S-ABA 並無顯著差異(表 4)。

(四) 果粒大小

各處理組間與 CK 組之果粒長度皆有顯著差異，以滿花後 10 日果穗處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm，滿花後 24 日處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm 混合液之 T5 處理組果粒最長。而處理是否含有 S-ABA 並無顯著影響(表 4)。

果粒寬以滿花後 10 日果穗處理 GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm，滿花後 24 日果穗處理 GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm 混合液，開始轉色時果穗處理 S-ABA 400 ppm 之 T4 處理組果寬為 23.69 mm 最寬，而 CK 組最低，且與所有處理組有顯著差異(表 4)。

(五) 總可溶性固形物(Total soluble solids, TSS)

結果顯示含 S-ABA 之處理皆與 CK 組(15.56 °Brix)有顯著差異，其中以滿花後 10 日果穗處理 GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm，滿花後 24 日果穗處理 GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm 混合液，開始轉色時果穗處理 S-ABA 400 ppm 之 T2 處理組 TSS 為最高(17.87 °Brix)，且與各種處理皆有顯著差異(表 4)。

(六)可滴定酸(Titratable acid, TA)

CK 組其 TA 值最高(0.65%)，與其他所有處理組皆有顯著差異。於轉熟期有 S-ABA 的處理組顯著低於無 S-ABA 的處理組(表 4)。

(七)果皮花青素含量

結果顯示開始轉色時果穗有處理 S-ABA 400 ppm 者顯著高於其他處理組(含 CK 組)(表 4)(圖 3)。

討 論

有色葡萄之紅或紫黑色的呈現是花青素累積的表現，而花青素的累積開始於果實轉熟期(Boss and Davies, 2001)，且葡萄果實成熟時花青素的累積與糖類的累積成正比(Castellarin *et al.*, 2011)。

三倍體葡萄 BK-02 之果實無子率高，惟其著果率相對較低，於滿花期必須處理 GA₃ 以提高著果率(李，2019)。前人研究發現，於開花期及花後以 GA 處理葡萄花穗，可顯著提高葡萄產量、穗重及果粒重，卻也可能抑制花青素的累積(Reynolds *et al.*, 2016)；可能是 GA₃ 及 CPPU 有延緩果實成熟之作用。GA₃ 及 CPPU 有抑制葡萄花青素累積的情形，尤以二者混合施用更為顯著(Peppi and Fidelibus, 2008；Strydom, 2013)。在本研究中，田間栽培於 BK-02 滿花期之花穗分別處理 GA₃ 10 ppm 或 GA₃ 10 ppm + CPPU 2 ppm，結果發現各處理組與對照組間均無顯著的差異，可能與不同品種間對 GA₃ 及 CPPU 之敏感度的差異性有關。

無子葡萄果粒較小，為促進果實肥大，花後分階段處理 GA₃ 及 CPPU 以提高果實品質(Reynolds *et al.*, 2016；李，2019)。本研究於花後 10 日及 24 日以 GA₃ 及 CPPU 處理果穗，採收後其果穗重及果粒重明顯大於對照組，但有轉色不佳之情形。GA₃ 及 CPPU 對植物生長，雖有細胞伸長及增加細胞數量的作用，但常有抑制花青素累積之情形發生(Yang *et al.*, 1996；Cowling *et al.*, 1999；Stern *et al.*, 2003；Strydom, 2013)。

花青素的生合成受多種因子影響，除了內在基因調控，溫度及光照等外在因子也是影響轉色的關鍵。*UFGT* 及 *MYB* 為調控葡萄果皮花青素生合成之關鍵基因(Boss *et al.*, 1996；Kobayashi, 2009；Azuma *et al.*, 2012)。Boss 等(1996)研究發現'Shiraz'葡萄的花青素的累積僅在果皮，且相關的基因 *UFGT* 的表達亦只在果皮上測得，而無色品種葡萄並無測到花青素及相關基因 *UFGT* 之表達。Hiratsuka 等(2001)利用果粒培養試驗，其結果顯示 ABA 有促進糖類及花青素累積的效果。外施 S-ABA 處理可以有效促進葡萄果皮花青素的累積(Matsushina *et al.*, 1989；Hiratsuka *et al.*, 2001；Leão *et al.*, 2015；Mori *et al.*, 2005；Reynolds *et al.*, 2016；Olivares *et al.*, 2017)。本研究也發現相似的結果。

適時適量的 S-ABA 處理可以提高葡萄果皮花青素累積，尤對處於亞熱帶地區的臺灣，

表 4. 不同生長調節劑對三倍體 BK-02 葡萄果實品質之影響

Table 4. Effect of plant growth regulators on fruit quality of triploid grapevine BK-02.

Treatment ^z	Cluster wt. (g)	Berry wt. (g)	Rachis wt. (g)	Berry length (mm)	Berry diameter (mm)
CK	220.86 ± 29.65 c ^y	4.82 ± 0.58 d	7.59 ± 1.22 d	21.26 ± 0.54 f	19.63 ± 0.48 d
T1	335.86 ± 51.44 b	8.04 ± 0.58 b	8.67 ± 1.95 cd	25.95 ± 1.12 ed	22.28 ± 0.88 bc
T2	252.76 ± 45.31 c	6.38 ± 1.35 c	8.17 ± 2.45 cd	24.85 ± 1.39 e	21.51 ± 0.81 c
T3	324.50 ± 73.02 b	9.27 ± 1.53 a	8.84 ± 2.38 cd	27.11 ± 2.13 bcd	23.07 ± 1.19 ab
T4	320.82 ± 50.96 b	9.64 ± 1.26 a	9.95 ± 3.63 bc	27.73 ± 2.01 ab	23.69 ± 1.22 a
T5	394.86 ± 63.50 a	9.44 ± 1.18 a	12.62 ± 2.59 a	28.44 ± 1.26 a	23.46 ± 1.01 a
T6	307.01 ± 44.55 b	9.25 ± 1.12 a	11.16 ± 2.59 ab	27.63 ± 1.21 ab	23.36 ± 0.71 a
T7	330.65 ± 44.03 b	9.31 ± 0.85 a	10.25 ± 2.28 bc	27.37 ± 0.93 abc	22.98 ± 0.94 ab
T8	339.98 ± 88.38 b	9.74 ± 1.30 a	10.25 ± 3.28 bc	26.17 ± 1.58 cd	22.00 ± 1.05 c

Treatment ^z	TTS (°Brix)	TA (%)	pH	OD value (530nm)
CK	15.56 ± 0.84 ed ^y	0.65 ± 0.10 a	2.85 ± 0.17 c	1.09 ± 1.00 d
T1	15.78 ± 0.60 cde	0.43 ± 0.08 cde	2.99 ± 0.08 ab	4.62 ± 2.23 c
T2	17.87 ± 0.42 a	0.33 ± 0.05 f	3.06 ± 0.05 a	23.87 ± 3.95 a
T3	15.97 ± 0.90 bcd	0.47 ± 0.15 bcd	2.98 ± 0.06 ab	2.73 ± 2.49 cd
T4	16.44 ± 0.67 b	0.36 ± 0.05 ef	2.97 ± 0.15 ab	23.28 ± 5.27 ab
T5	15.24 ± 1.02 e	0.54 ± 0.12 b	2.85 ± 0.09 c	1.95 ± 1.72 cd
T6	16.41 ± 0.43 bc	0.41 ± 0.05 def	2.91 ± 0.06 bc	20.52 ± 5.16 ab
T7	15.85 ± 0.80 bcde	0.50 ± 0.15 bc	2.90 ± 0.10 bc	2.67 ± 1.32 cd
T8	16.28 ± 0.56 bc	0.38 ± 0.09 ef	2.95 ± 0.08 b	21.35 ± 5.02 ab

^z CK: H₂O applied at all stages. T1: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF (days after flowering) and GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T2: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison. T3: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T4: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison. T5: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T6: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison. T7: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 40 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T8: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 40 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison.

^y Mean±standard deviation (n=10). Means followed by the same letter were not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.



圖 3.不同生長調節劑處理之三倍體葡萄 BK-02 果穗。

Fig 3. Clusters of triploid grapevine BK-02 treated with different plant growth regulators.

CK: H₂O applied at all stages. T1: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF (days after flowering) and GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T2: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison. T3: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T4: GA₃ 10 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison. T5: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T6: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison. T7: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 40 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF. T8: GA₃ 20 ppm + CPPU 5 ppm applied at 10 DAF and GA₃ 40 ppm + CPPU 5 ppm applied at 24 DAF and S-ABA 400 ppm applied at veraison.

可有效改善夏季高溫時平地栽培葡萄轉色不良的情形。未來必需進一步了解品種基因型及不同生長調節劑間的交互作用與影響機制，應用更精準的栽培技術，以提高葡萄的品質。

致 謝

本研究承蒙行政院農業委員會農糧署 107 農科-7.3.4-糧-Z1(4)計畫補助部分經費，謹致謝忱。

參 考 文 獻

- 李其晏。2019。'貝利 A'與'巨峰'葡萄雜交三倍體後代特性之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。57pp。
- 林嘉興。1988。植物生長調節劑在葡萄栽培上之應用。植物生長調節劑在園藝作物之應用研討會專集 12:203-214。
- 林瑞家。2009。植物生長調節劑對'巨峰'及'蜜紅'葡萄果實生長與品質之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。63pp。
- 陳京城。1987。巨峰葡萄果實著色與氮素之關係。國立中興大學園藝學系碩士論文。67pp。
- 陳京城。2014。台灣之葡萄生產。臺灣園藝。60:185-192。
- Azuma, A., H. Yakushiji, Y. Koshita, and S. Kobayashi. 2012. Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta* 236:1067-1080.
- Boss, P. K., C. Davies, and S. P. Robinson. 1996. Analysis of the expression of anthocyanin pathway genes in developing *Vitis vinifera* L. cv Shiraz grape berries and the implications for pathway regulation. *Plant Physiol.* 111:1059-1066.
- Boss, P. K. and C. Davies. 2001. Molecular biology of sugar and anthocyanin accumulation in grape berries. In: *Molecular biology & biotechnology of the grapevine*. Roubelakis-Angelakis, K. A. (ed.). Springer, pp.1-33
- Castellarin, S. D., G. A. Gambetta, H. Wada, K. A. Shackel, and M.A. Matthews. 2011. Fruit ripening in *Vitis vinifera*: spatiotemporal relationships among turgor, sugar accumulation, and anthocyanin biosynthesis. *J. Exp. Bot.* 62:4345-4354.
- Cowling, R. J. and N. P. Harberd. 1999. Gibberellins control *Arabidopsis* hypocotyl growth via regulation of cellular elongation. *J. Exp. Bot.* 50:1351-1357.
- Hiratsuka, S., H. Onodera, Y. Kawai, T. Kubo, H. Itoh, and R. Wada. 2001. ABA and sugar effect on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. *Sci. Hortic.* 90:121-130.
- Kobayashi, S. 2009. Regulation of anthocyanin biosynthesis in grapes. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*

- 78:387-393.
- Leão, P. C. de S., M. A. C. Lima, J. P. D. Costa, and D. C. G. da Trindade. 2015. Abscisic acid and ethephon for improving red color and quality of crimson seedless grapes grown in a tropical region. *Am. J. Enol. Vitic.* 66:37-45.
- Matsushina, J., S. Hiratsuka, N. Taniguchi, R. Wada, and N. Suazki. 1989. Anthocyanin accumulation and sugar content in the skin of grape cultivar 'Olympia' treated with ABA. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 58:551-555.
- Mori, K., H. Saito, N. Goto-Yamamoto, M. Kitayama, S. Kobayashi, S. Sugaya, H. Gemma, and K. Hashizume. 2005. Effects of abscisic acid treatment and night temperatures on anthocyanin composition in Pinot noir grapes. *Vitis* 44:161-165.
- Olivares, D., C. Contreras, V. Muñoz, S. Rivera, M. González-Agüero, J. Retamales, and B. G. Defilippi. 2017. Relationship among color development, anthocyanin and pigment-related gene expression in 'Crimson Seedless' grapes treated with abscisic acid and sucrose. *Plant Physiol. Biochem.* 115:286-297.
- Peppi, M. C. and M. W. Fidelibus. 2008. Effects of forchlorfenuron and abscisic acid on the quality of 'Flame Seedless' grapes. *HortScience* 43:173-176.
- Reynolds, A., N. Robbins, H. S. Lee, and E. Kotsake. 2016. Impacts and interactions of abscisic acid and gibberellic acid on 'Sovereign Coronation' and 'Skookum Seedless' table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 67:327-337.
- Stern, R. A., R. Ben-Arie, O. Neria, and M. Flaishman. 2003. CPPU and BA increase fruit size of 'Royal Gala' (*Malus domestica*) apple in a warm climate. *J. Hort. Sci. Biotech.* 78:297-302.
- Strydom, J. 2013. Research note: Effect of CPPU (N-(2-Chloro-4-pyridinyl)-N'-phenylurea) and a seaweed extract on flame seedless, redglobe and crimson seedless grape quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 34:233-240.
- Yang, T., P. J. Davies, and J. B. Reid. 1996. Genetic dissection of the relative roles of auxin and gibberellin in the regulation of stem elongation in intact light-crown peas. *Plant Physiol.* 110:1029-1034.

Effect of Plant Growth Regulators on Coloration of Grape Berries

Chih-Chun Wang ¹⁾ Ching-Cheng Chen²⁾

Key words: Anthocyanin, GA₃, S-ABA

Summary

The objective of this study was to evaluate the effect of plant growth regulators on coloration of grape berries and to find a suitable method to overcome the impact of climate change on viticulture. The inflorescences were treated with GA₃ and CPPU at full bloom and the berries were harvested at veraison and incubated in vitro. It was found that there were no significant differences in anthocyanin content between the treatment of GA₃ 10 ppm, GA₃10 ppm + CPPU 2 ppm and the control in triploid BK-02 grapevine. The result indicated that the application of GA₃ and CPPU at full bloom did not significantly affect the coloration of BK-02 berries. The treatment of S-ABA significantly increased anthocyanin accumulation in triploid BK-02 berries in vitro culture. GA₃ and CPPU treatments showed different results between grape cultivars. Application of GA₃ and CPPU significantly reduced anthocyanin accumulation in 'Kyoho' grape. However, there were no significant effects in BK-02. S-ABA 400 ppm significantly increased anthocyanin accumulation when applied at veraison in BK-02. In addition, the soluble solids content was also significantly higher in the S-ABA treatment than in the control in BK-02. Different combinations of GA₃ and CPPU applied at full bloom and berry expanding stage significantly increased bunch weight, berry weight, rachis weight, and berry length and width. In summary, GA₃ and CPPU applied at full bloom and berry expanding stage significantly increased bunch weight and berry size in the field cultivation. The subsequent treatment of S-ABA at veraison could effectively promote the accumulation of anthocyanin.

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

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

Corresponding author.