

## 栽培環境和葡萄果實生長發育的關係

葉文彬<sup>1)</sup> 范俊傑<sup>1)</sup> 謝慶昌<sup>2)</sup>

關鍵字：花青素、著果、可溶性固形物、酸度

**摘要：**氣候變遷對全球農業生產造成衝擊，近年一直是一個熱門議題。臺灣葡萄生產受到影響，冬季修剪後低溫寒害造成萌芽延後且不整齊、新梢受損無法伸展，降低著果；夏季修剪 8 月高溫，萌芽到開花僅需 20-25 天，導致後續果粒重量低；高溫也造成葡萄'巨峰'果粒花青素合成速率變低。另外在葡萄的成熟期、糖度與酸度受氣候影響甚大，低溫時成熟期會延後、糖度的增加及酸度的降解速率慢，高溫相反。本文論述氣候變遷對臺灣葡萄'巨峰'品質與產業之影響，提出因應對策，以發展葡萄產業並生產高品質葡萄。

### 前 言

農作物生長受到自然環境影響甚劇，然而，一旦被種植無法移動，需對環境影響作出調適 (蘇等, 2015)。近幾年，氣候變遷是複雜又熱門議題，被廣泛研究與探討，主要原因為氣候變遷所引發糧食安全 (food security) 的議題，而使兩者密不可分 (楊, 2009)。氣候變遷是指氣候狀態的變化，並得以透過其特徵的平均值及/或變率的變化予以判定，例如利用統計檢驗，氣候變遷具有一段延伸期間，通常為數十年或更長期間，是隨時間發生的任何變化，無論是自然變率，亦或人類活動引起的變化」 (中央氣象局網站；洪, 2013)。研究報告指出氣候變遷包含溫度提高、日照減弱、紫外線增強、二氧化碳濃度上升、乾旱及豪雨等極端氣象事件發生頻率增加，且強度也增強，對微生物、昆蟲、植物、動物到人類都造成影響，都成為氣候變遷下的受害者 (黃, 2010)。尤其氣候變遷之全球暖化趨勢對農業之影響牽涉糧食安全，自 1992 年通過聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，1994 年生效，聯合國 196 個締約方針對此議題每年舉開締約方大會 (Conference of the Parties, COP)，著名的包含 1997 年的京都

---

1) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

會議中誕生「京都議定書 (Kyoto Protocol)」，於2005年生效，是全球治理氣候變遷的重大決定；2009年於丹麥哥本哈根舉辦的第15次締約方大會 (COP 15)，其會議目標是產出新的「哥本哈根議定書」以接續將到期的「京都議定書」，然而因某些因素被認為在氣候變遷治理上為一大挫敗；最近一次為2015年第21次締約方巴黎氣候變遷會議 (COP21) (林，2015a；蔡，2013；Team *et al.*, 2007)。由此可見，氣候變遷的議題已從科學研究發展為考驗全球治理機制與國際法運作的地步 (林，2015；楊，2009)。

葡萄 (*Vitis* spp.) 為葡萄科 (Vitaceae) 的溫帶果樹之一，廣泛分布在北緯 40-50 度至南緯 30-40 度間之地中海型氣候區，其果實是一種具有重要經濟價值的器官 (Coombe and Hale, 1973; Kuhn *et al.*, 2014; Priewe, 1998)。根據 OIV (International Organisation of Vine and Wine) 統計資料顯示 2015 年全球栽培面積為 7534 Kha，FAO (2012) 資料顯示葡萄生產 70% 釀酒、27% 鮮食、3% 為果乾、果汁及果醬等。葡萄可分為歐洲種 (*Vitis vinifera* L.)、美洲種 (*V. labrusca* L.) 和歐美雜交種 (*V. vinifera* L. × *V. labrusca* L.) 三大類 (Priewe, 1998)。臺灣栽培主要品種為 '巨峰'，屬歐美雜交四倍體，日本於 1937 年選育之品種，1960 年代透過引種於臺灣栽培，經農政單位及栽培者不斷累積經驗與技術改良，發展多種產期調節模式，為臺灣重要經濟落葉果樹之一 (林，2004；林和林，1984；康，2012；張等，2004)。

聯合國政府間氣候變遷專家小組 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 為全球氣候變遷權威的機構 (楊，2009)，其第 5 次評估報告 2100 年大氣 CO<sub>2</sub> 濃度可能上升至 421-936 ppm 之間，到本世紀末，持續排放溫室氣體之情形未改善，最糟情形為全球地表溫度上升 4.8°C，海洋溫度上升 0.6°C (蔡，2013)。Hannah 等人 (2013) 指出全球葡萄主要產區，至 2050 年可能往北半球北方或往南半球南方移。氣候變遷所帶來之影響，部分研究針對葡萄生長與品質，更多研究則著重於對釀酒品質之影響 (林，2015；de Orduña, 2010；Greer and Weedon, 2013；Hulands *et al.*, 2014；Jones *et al.*, 2005；Mozell and Thach, 2014；Weeb *et al.*, 2007)。另研究指出，氣候變遷導致之暖化現象使葡萄栽培區域更加廣泛，尤其北緯偏北原本較冷的地方，卻受惠於暖化成為適合葡萄栽培的區域，2011 年歐洲相關單位評選出十大年度最佳葡萄酒，有七瓶葡萄酒來自於德國 (戴，2012)；2015 年英國在世界葡萄酒大獎中，拿下了上百個獎項，相關報導認為這樣的變化似乎和全球暖化密不可分 (引自 <http://www.englishwineproducers.co.uk/news/latest/uk-s-national-wine-competition-2015-results-announced/>)。而氣候變遷究竟對葡萄帶來哪些影響，本篇論述試圖就臺灣目前葡萄栽培田間操作所觀察到之現象結合前人研究，探討氣候變遷對臺灣葡萄 '巨峰' 產業及品質之影響與因應之對策。

## 萌 芽

葡萄為溫帶落葉果樹，在溫帶地區生育週期因遭遇自然低溫而落葉，進入休眠期，需有足夠的低溫解除休眠，使芽體在溫度回升後順利萌發，因此，正常情形一年僅一收。

在臺灣為亞熱帶-熱帶氣候，種植原生溫帶地區之葡萄，常有低溫不足之現象，導致萌芽率低、萌芽或開花不整期，造成栽培管理上之困擾 (林，2004；張，2010)。但葡萄'巨峰'一般生育期為 120-160 天，亞熱帶氣候的臺灣一年有 300 天以上適合葡萄生長，利用此特性採用人為修剪模式進行產期調節發展出一年二收等生產模式 (林和林，1984；張等，2004)。由於全球暖化臺灣近幾年冬天均溫有上升之趨勢，農友提早至 12 月進行冬季修剪，遭遇低溫或強烈寒流影響，出現萌芽延後且不整齊、新梢受損無法伸展之現象，因此，既然是以人為修剪方式進行產期調節，應記錄並蒐集氣象資料，調整冬季修剪期，而非一直認為是暖冬而提早修剪。但是夏季修剪為 8 月高溫期，萌芽時間變短在 3-5 天萌發，到開花僅需 20-25 天，導致後續果粒重量降低，此時期應把握疏穗、疏果時機，並促進新梢生長，提高葉果比將有助於果粒發育。

## 著 果

葡萄'巨峰'(Kyoho)為歐美雜交四倍體，在日本，為意即「Great mountaintop」(Okamoto, 2007)，具有生長勢強、新梢易徒長、容易流花著果不良等遺傳特性，但果粒大、糖度高、酸度低、果皮紫黑色、果肉具有特殊果香等優良特性 (林，1988)，因此 1960 年代自日本引進後，成為主要栽培品種。研究顯示，葡萄'巨峰'於開花著果期，遭遇連續低溫且降雨、高溫 (透南風)等不良氣象時，授粉受精差，容易流花 (花朵脫落)或產生無子果 (shot berry)，增加田間疏果作業 (張和林，1988)；而生產冬果夏季修剪，8-9 月高溫有時使花穗乾枯，導致農友失收。目前開花期遭遇低溫採用夜間電照處理可提高著果，近年試驗採用 LED 燈處理，較對照組可提高著果 8%以上 (葉等，2014；葉等，2015)。對於高溫引起之著果障礙，可於上午 9 時至下午 3 時採用間歇性噴水處理，每次約 1 分鐘，以降低溫度提高濕度，有助於提高著果。

## 轉 色

花青素是一反應葡萄漿果顏色的類黃酮 (Kuhn *et al.*, 2014)。葡萄果粒依品種概分為白色 (綠色)、紅色與紫黑色 (江等，2014；van Leeuwen *et al.*, 2012)，顏色由葡萄中不同花青素 (anthocyanins)所決定，研究指出紅或紫黑色葡萄品種，可能存在不同花青素含量，花青素理化性質相當不穩定，已知種類將近 50 種，從結構分為天竺葵色素 (pelargonidin)、矢車菊色素 (cyanidin)、飛燕草色素 (delphinidin)、芍藥色素 (peonidin)、牽牛花色素 (petunidin)及錦葵色素 (malvidin)，其中芍藥色素、牽牛花色素及錦葵色素前驅物為矢車菊色素和飛燕草色素 (江等，2014；Liang *et al.*, 2008；Núñez *et al.*, 2004)。花青素累積發生在葡萄轉色期並持續至完熟，果粒著色被認為是鮮食葡萄市場接受性與紅葡萄生產重要因

素。在葡萄細胞花青素被合成是在細胞質表面的內質網由多重酵素複合物透過類黃酮途徑，其生合成路徑在葡萄已經被確認 (Boss *et al.*, 1996)。

花青素合成相關基因以參與類黃酮和花青素生合成途徑分為二類，第一類是結構基因，直接編碼生合成途徑之 8 種酵素：查爾酮合成酶 (chalcone synthase, CHS)，查爾酮異構酶 (chalcone isomerase, CHI)，黃烷酮-3-羥基化酶 (flavanone 3-hydroxylase, F3H)，黃烷酮-3'-羥基化酶 (F3'H, flavonoid 3'-hydroxylase, F3'H)，黃烷酮-3',5'-羥基化酶 (flavonoid 3'5'-hydroxylase, F3'5'H)，二氫黃酮醇還原酶 (dihydroflavonol 4-reductase, DFR)，花青素苷合成酶 (anthocyanidin synthase, ANS)，UDP-葡萄糖類黃酮-3-O-葡萄糖轉移酶 (UDP glucose flavonoid 3-O-glucosyltransferase, UFGT) (江等, 2014；宮等, 2011)，其調控基因分別為 *CHS*, *CHI*, *F3H*, *F3'H*, *F3'5'H*, *DFR*, *ANS*, *UFGT*，彼此表現量會影響花青素組成分，例如 *F3'H* 和 *F3'5'H* 表現影響花青素組成分，*F3'5'H* 基因在紅葡萄品種間增加果實顏色多樣性，因其具有高複製量及時空表現之特性，當 *F3'5'H* 超過 *F3'H* 將導致牽牛花色素和錦葵色素前驅物飛燕草色素含量增加 (江等, 2014；宮等 2011；Castellarin *et al.*, 2006；Jeong *et al.*, 2006)。但被研究最多者為 *UFGT* 基因，江等(2014)指出在全綠色葡萄果粒中測不到 *UFGT* 基因，只要有一點粉紅色才能測到，顯示 *UFGT* 基因應是獨自控制花青素合成。另有報告認為 *UFGT* 基因表現是花青素生合成之臨界 (Boss *et al.*, 1996；Zheng *et al.*, 2013)。第二類為調節基因，葡萄'巨峰'*Myb* 相關基因最早是於 2002 年由 Kobayashi 等人選殖 (clone) (江等, 2014)，不同 *Myb* 類基因表現情形與組織、品種等特性有關 (Azuma *et al.*, 2011)。

葡萄'巨峰'果皮紫黑色為完熟時重要特性之一 (張等, 2007)，而葡萄轉色與花青素有關，內在受到前述基因及液胞 pH 調控，外在受到光、糖分、溫度影響 (江等, 2014；宮等, 2011；Kuhn *et al.*, 2014)。然而臺灣亞熱帶夏季高溫、密植高氮肥、產量高影響其轉色 (謝, 1988)，然而，近幾年由於極端氣象發生頻率增加，冬果生產受天候因素影響，葡萄栽培者多僅生產一期夏果，因此在夏果生產時產量常高達 2,500 kg/0.1 ha，又密植高氮肥，結果枝徒長，葉片重疊使日照不足，光合產物低，糖分累積不足，二次代謝產物少 (林和張, 1988)；而夏果轉色期為 5-6 月，此時白天溫度可達 30°C，夜溫 25°C 以上，造成花青素合成速率變低，種種因素為葡萄夏果轉色不良之原因，Mori 等人 (2007) 也指出高溫 35°C 影響紅酒葡萄花青素合成。黃 (1988) 指出臺灣葡萄合適之產量為依栽培區域而不同，信義地區為 1,600-1,800 kg/0.1 ha，新社白毛台為 1,500 kg/0.1 ha；另黃和楊 (1983) 指出透光率影響葡萄品質。因此，如要促進葡萄轉色，應避免密植使葉片有充足之日光，增加光合產物，落實疏穗、疏果田間作業，依氣象條件調整產量，從促進花青素生合成著手，以生產果色良好之葡萄。

## 可溶性固形物與酸度

葡萄漿果的發育呈雙 S 生長曲線 (double sigmoid growth)，有三個可區分的時期，第一時期為開花著果後，此時漿果快速發育，在液胞累積有機酸，單寧及酚類化合物前驅物被合成 (Kuhn *et al.*, 2014)，第二時期為停滯期 (lag phase)，此時期漿果幾近停止發育，然後進入第三時期或稱轉色期 (veraison)，此時漿果再度發育、醣類開始累積、紅色品種葡萄因花青素生合成而轉色、有機酸下降然後漿果開始軟化 (Kuhn *et al.*, 2014; Zoccatelli *et al.*, 2013)。Dai 等 (2011)指出葡萄漿果醣含量與環境及栽培管理有重要相關性，有機酸則以蘋果酸佔優勢 (Sweetman *et al.*, 2009)。優良葡萄'巨峰'可溶性固形物應達 18°Brix 以上、可滴定酸在 0.4-0.7%之間 (張等, 2007)，冷涼的日溫與溫暖的夜溫顯著增加果粒重量與糖含量，完熟期間高溫將產生負面影響 (Greer and Weston, 2010)。酸度為葡萄重要品質特色，尤其對於釀酒葡萄，酸的下降被認為伴隨粒線體的蘋果酸氧化作用，採收後漿果中可溶性固形物與可滴定酸比例對葡萄品質很重要，影響口感及葡萄酒感官特色 (Conde *et al.*, 2007)。提高漿果可溶性固形物及降低酸度，田間栽培管理可藉由葉果比調控，研究發現葡萄'高默'每穗 30 果粒，可溶性固形物以每結果枝 30 片葉比每結果枝 25 片或 10 片葉高 (西元, 1986；林, 1988)；外加 150 mg.L<sup>-1</sup> ABA 處理也可以降低葡萄'克力森'可滴定酸並促進轉色 (Peppi and Fidelibus, 2008)；此外，漿果完熟期間輕微缺水、UV-B 和低溫對增加可溶性固形物有正面效果 (Mori *et al.*, 2005)，可做為田間操作之參考。

## 成熟期

環境因子與葡萄漿果完熟間的認知在近幾年明顯增加，包含水、光、溫度等，另外病害與植物荷爾蒙參與影響漿果完熟 (Berli *et al.*, 2010; Cohen *et al.*, 2012; Greer and Weston, 2010; Kuhn *et al.*, 2014; Mori *et al.*, 2005)。氣候變遷對葡萄成熟影響為開花期雖然提早，但成熟期並沒有改變 (山浦等, 2007)，近幾年田間觀察發現夏果生產初期低溫影響，新梢生長速度較慢，但到採收所需之時間仍約 140-160 天，與山浦等 (2007)之調查結果相似；Greer 和 Weedon (2013)研究指出高溫造成葡萄'Semillon'採收期延後，顯示栽培地區與品種會影響葡萄成熟期。

## 結 論

本文嘗試由前人研究與筆者田間操作調查之現象探討氣候變遷對葡萄'巨峰'品質與產業問題，進一步探討葡萄'巨峰'對極端氣候之影響與因應之對策。綜合氣候變遷在葡萄'巨峰'萌芽、著果、轉色、糖度與酸度及成熟期之觀察，生育和生理代謝等過程的影響結果弊大於利。氣候變遷是進行式，瞭解葡萄'巨峰'品質構成因素與影響因子，儘速調整葡萄生

產，例如催芽時間的調整、樹勢控制及肥培管理、防寒設施及人工補光設備的應用等方面的改進，並選育適應臺灣氣候之品種，在亞熱帶地區發展特色溫帶果樹。

## 參 考 文 獻

- 山浦俊彥、黑田治之、山浦裕義。2007。溫暖化國果樹生育及影響現狀。園學研 (2): 257-263。
- 西元直行。1986。高默葉數、著果粒品質影響。日本園藝學會昭和 61 年度春季大會研究發表要旨。pp.504。
- 全球暖化與氣候變遷。中央氣象局網站。  
<[http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate\\_info/backgrounds/backgrounds\\_2.html](http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/backgrounds/backgrounds_2.html)>。
- 江楠、張雷、李春霞、任晨琛、周步海。2014。影響葡萄果皮顏色的 MYB 類轉錄因數的研究進展。中國農學通報。30(13): 80-86。
- 林士榮。2015a。看懂巴黎氣候變遷高峰。<<http://www.geog-daily.org/2015465293387502015465372human/13>>。
- 林慧珍譯。(Nicholas, K. A)。2015b。葡萄美酒走味了。科學人雜誌。160(06): 110-117。
- 林嘉興、張林仁。1988。葡萄新梢生長量對著果與果實。台中區農業改良場特刊 (14): 99-112。
- 林嘉興。2004。葡萄產業沿革與栽培技術之發展。葡萄栽培技術研討會專集。行政院農業委員會台中區農業改良場特刊 (67): 9-22。
- 林嘉興、林信山。1984。葡萄產期調節。果樹產期調節研討會專集。台灣省台中區農業改良場特刊 (1): 21-30。
- 謝慶芳。1988。葡萄之營養缺乏與過多症狀及常見之生理障礙。葡萄生產技術。行政院農業委員會台中區農業改良場特刊 (14): 99-112。
- 洪德欽。2013。「氣候變遷與歐美政策回應」專題緒論。中央研究院歐美研究 43(1): 1-25。
- 宮瑛、薛靜、張曉東。2011。植物花青素合成途徑中的調控基因研究進展。生物技術進展 1(6): 381-390。
- 康有德。2012。台灣葡萄發展史實。科學農業 60(7-12): 63-76。
- 張林仁、林嘉興。1988。葡萄果實之發育與成熟。葡萄生產技術。行政院農業委員會台中區農業改良場特刊 (14): 223-238。
- 張致盛。2010。葡萄芽體休眠與解除機制。臺中區農業改良場九十九年專題討論專集。行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊 (105): 73-77。
- 張致盛、邱禮弘、白桂芳、劉興隆、胡正榮。2007。優質安全葡萄生產體系之建構作業手冊。行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊 (83): 5-17。
- 張致盛、張林仁、林嘉興。2004。臺灣葡萄生產產期調節技術。葡萄栽培技術研討會專集。

- 行政院農業委員會台中區農業改良場特刊 (67): 37-53。
- 黃子彬。2010。全球氣候變遷對台灣果樹產業之影響與因應對策。2010年宜蘭地區果樹產業發展研討會。花蓮區農業改良場專刊 (79):1-25。
- 黃子彬、楊耀祥。1983。棚面結果枝密度對巨峰葡萄果實品質之影響。興大園藝 8: 11-18。
- 黃岳。1988。調節葡萄結果量。葡萄生產技術。行政院農業委員會台中區農業改良場特刊第 (14): 219-222。
- 楊純明。2009。氣候變遷與糧食生產。Crop, Environment & Bioinformatics。6: 134-140。
- 葉文彬、張林仁、劉惠菱。2015。LED 電照應用於溫室'巨峰'葡萄栽培之研究。臺中區農業改良場研究彙報。122: 33-45。
- 葉文彬、張致盛、劉惠菱、張林仁。2014。不同夜間電照光源對'巨峰'葡萄新梢生育、著果率與品質之影響(一)。臺中區農業改良場研究彙報。122: 33-45。
- 蔡佩紋。2013。環保署產業溫室氣體動態報導第十七期電子報 2015。政府間氣候變遷專家小組(IPCC)「第五次評估報告」。<<http://ghgregistry.epa.gov.tw/epaper/30/7> 政府間氣候變遷專家小組(IPCC)「第五次評估報告」結論出爐.pdf>。
- 戴溥序。2012。餐桌上的葡萄酒與全球暖化。<<http://wired.tw/2012/01/11/global-warming/index.html>>。
- 蘇世穎、蘇世珩、林博雄。2015。氣候變遷與生物反應。科學月刊 551: 836-839。
- Azuma, A., Y. Udo, A. Sato, N. Mitani, A. Kono, Y. Ban, H. Yakushiji, Y. Koshita, and S. Kobayashi. 2011. Haplotype composition at the color locus is a major genetic determinant of skin color variation in *Vitis × labruscana* grapes. Theor. Appl. Genet. 122: 1427-1438.
- Berli, F. J., D. Moreno, P. Piccoli, L. Hespagnol-Viana, M. F. Silva, R.B. Smith, J. B. Cavagnaro, and R. Bottini. 2010. Abscisic acid is involved in the response of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Malbec leaf tissues to ultraviolet-B radiation by enhancing ultraviolet-absorbing compounds, antioxidant enzymes and membrane sterols. Plant Cell Environ. 33: 1-10.
- Boss, P., C. Davies, and S. 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.
- Castellarin, S. D., G. D. Gaspero, R. Marconi, A. Nonis, E. Peterlunger, S. Paillard, A. F. Adam-Blondon, and R. Testolin. 2006. Colour variation in red grapevines (*Vitis vinifera* L.): genomic organisation, expression of flavonoid 3'-hydroxylase, flavonoid 3',5'-hydroxylase genes and related metabolite profiling of red cyanidin/blue delphinidin-based anthocyanins in berry skin. BMC Genetics 7: 12.
- Cohen, S. D., J. M. Tarara, G. A. Gambetta, M. A. Matthews, and J. A. Kennedy. 2012. Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway genes. J. Exp. Bot. 63: 2655-2665.

- Coombe, B. and C. Hale. 1973. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiol.* 51: 629-634.
- Dai, Z. W., N. Ollat, and E. Gomès. 2011. Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: a review. *Am. J. Enol. Viticul.* 62: 413-425.
- de Orduña R. M. 2010. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Res. Int.* 43: 1844-1855.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <<http://www.fao.org/home/en/>>.
- Ferrandino, A. and C. Lovisolo. 2014. Abiotic stress effects on grapevine (*Vitis vinifera* L.): focus on abscisic acid-mediated consequences on secondary metabolism and berry quality. *Environ. Exp. Bot.* 103: 138-147.
- Greer, D. H. and C. Weston. 2010. Heat stress affects flowering, berry growth, sugar accumulation and photosynthesis of *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines grown in a controlled environment. *Funct. Plant Biol.* 37: 206-214.
- Greer, D. H. and M. M. Weedon. 2013. The impact of high temperature on *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevine performance and berry ripening. *Front. Plant Sci.* 4(491): 1-9.
- Hannah, L., P. R. Roehrdanz, M. Ikegami, A. V. Shepard, M. R. Shaw, G. Tabor, L. Zhi, P. A. Marquet, and R. J. Hijmans. 2013. Climate change, wine, and conservation. *PANS* 110(17): 6907-6912
- Hulands, S., D. H. Greer, and J. D. I. Harper. 2014. The interactive effects of temperature and light intensity on *Vitis vinifera* cv. 'Semillon' grapevine. II. Berry ripening and susceptibility to sunburn at harvest. *Europ. J. Hort. Sci.* 79(1): 1-7.
- Jeong, S. T., N. G. Yamamoto, K. Hashizume, and M. Esaka. 2006. Expression of the flavonoid 3'-hydroxylase and flavonoid 3',5'-hydroxylase genes and flavonoid composition in grape (*Vitis vinifera*). *Plant Sci.* 170: 61-69.
- Jones, G. V., M. A. White, O. R. Cooper, and K. Storchmann. 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change* 73: 319-343.
- Kobayashi, S., M. Ishimaru, and K. Hiraoka. 2002. Myb-related genes of the Kyoho grape (*Vitis labruscana*) regulate anthocyanin biosynthesis. *J. Planta* 215: 924-933.
- Kuhn, N., L. Guan, Z. W. Dai, B. H. Wu, V. Lauvergeat, E. Gomes, S. H. Li, F. Godoy, P. A. Johnson, and S. Delrot. 2014. Berry ripening: recently heard through the grapevine. *J. Exp. Bot.* 65(16): 4543-4559.
- Liang, Z, B .Wu, P. Fan, C. Yang, W. Duan, X. Zheng, C. Liu, and S. Li, 2008. Anthocyanin composition and content in grape berry skin in *Vitis* germplasm. *Food Chem.* 111: 837-844.
- Mori, K., H. Saito, N. G. 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.
- Mori, K., N. G. Yamamoto, M. Kitayama, and K. Hashezume. 2007. Loss of anthocyanins in red-grape under high temperature. *J. Exp. Bot.* 58(8): 1935-1945.
- Mozell, M. R. and L. Thach. 2014. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions. *Wine Economics and Policy* 3: 81-89
- Núñez, V., M. Monagas, M. C. Gomez-Cordovés, and B. Bartolomé. 2004. *Vitis vinifera* L. cv. Graciano grapes characterized by its anthocyanin profile. *Postharvest Biol. Technol.* 31: 69-79.
- OIV, International Organization of Vine and Wine. <<http://www.oiv.int/oiv/cms/index?lang=en>>.
- Okamoto, G. 2007. Poor berry set in tetraploid grapes-causes and improvement of vineyard practices. *J. ASEV. Jpn*, 18(2): 94-106.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 637-669.
- 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.
- Priewe, J. 1998. Wine from grape to glass. In: Abbeville press. New York. pp. 18-31.
- Sadras, V. O., M. A. Moran, and M. Bonada. 2013. Effects of elevated temperature in grapevine. I Berry sensory traits. *Aust. J. Grape Wine Res.* 19: 95-106.
- Sweetman, C., L. Deluc, G. Cramer, C. Ford, and K. Soole. 2009. Regulation of malate metabolism in grape berry and other developing fruits. *Phytochemistry* 70: 1329-1344.
- Team, C. W., R. K. Pachauri, and A. Reisinger. 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Synthesis report—An assessment of intergovernmental panel on climate change. Geneva, Switzerland.
- van Leeuwen C, J. P. Roby, V. Alonso-Villaverde, and K. Gindro. 2012. Impact of clonal variability in *Vitis vinifera* Cabernet franc on grape composition, wine quality, leaf blade stilbene content, and downy mildew resistance. *J. Agric. Food Chem.* 61: 19-24.
- Weeb, L. B., P. H. Whetton, and E. W. R. Barlow. 2007. Modelled impact of future climate change on the phenology of wine grapes in Australia. *Aust. J. Grape Wine Res.* 13: 165-175.
- Zheng, Y., J. H. Li, H. P. Xin, N. Wang, L. Guan, B. H. Wu, and S. H. Li. 2013. Anthocyanin profile and gene expression in berry skin of two red *Vitis vinifera* grape cultivars that are sunlight dependent versus sunlight independent. *Aust. J. Grape Wine Res.* 19: 238-248.
- Zoccatelli, G., S. Zenoni, S. Savoi, S. D. Santo, P. Tononi, V. Zandonà, A. D. Cin, V. Guantieri, M. Pezzotti, and G. B. Torielli. 2013. Skin pectin metabolism during the postharvest dehydration of berries from three distinct grapevine cultivars. *Aust. J. Grape Wine Res.* 19: 171-179.

## Relationships between Cultivation Environment and Berry Growth, Development of Grape (*Vitis vinifera* L.× *V. labrusca* L.)

Wen-Pin Yeh <sup>1)</sup>    Jiun-Jie Fan <sup>1)</sup>    Ching-Chang Shiesh <sup>2)</sup>

Key word: Anthocyanin, Fruit set, Total soluble solids, Acidity

### Summary

It's a fact that climate change has been a hot topic in recent years, it caused impacts on global agricultural production. Taiwan's grape industry is affected by it, including phenology and berry quality. After winter pruning, low temperature chilling injury caused budburst delay and not uniform, new shoots unable to elongate and reduce the fruit set. For summer pruning in August at hot temperature, the duration from budburst to bloom is only about 20-25 days but it leads to small berries. High temperature also decreased anthocyanin synthesis of the 'Kyoho' grape berry. Besides, the climate has great effects on berry harvest, total soluble solids and acidity. Low temperature delays harvest time, increases total soluble solids and decreases degradation rate of acidity, which is contrary to high temperatures. This review discusses the effects of climate change on 'Kyoho' grape quality and the industry and had some adaptive strategies to develop grape industry and produce high quality grape in Taiwan.

---

1) Student in Ph.D. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

Corresponding author.