

六品種牛番茄在高溫下長花柱發生情形

方亮鈞¹⁾ 宋好²⁾

關鍵字：牛番茄、長花柱、高溫

摘要：夏季高溫造成牛番茄長花柱而導致著果率降低，嚴重影響產量。本試驗選用六品種牛番茄以生長室進行兩種溫度條件處理以選拔出高溫下無長花柱發生之品種。在日/夜溫，37/27°C，12/12 hr 下'TMB-743'、'洛克'、'漢堡用'分別於花朵開放時柱頭長於花藥筒 2.23、0.61、1.03 mm。在日溫 28 °C/2 hr，30 °C/4 hr，35 °C/4 hr，夜溫 28 °C/8 hr，26 °C/6 hr 下'TMB-743'、'洛克'、'漢堡用'分別於花朵開放時柱頭長於花藥筒 0.27、1.58、0.49 mm。'全福 993'、'全福 994'、'TMB-768'在此四溫度條件下皆無發生長花柱情形，表示此三品種具有夏季栽培之潛力。

前 言

番茄(*Solanum lycopersicum* L.)為茄科番茄屬 1、2 年生草本植物，番茄產量極高且其營養價值豐富，作為蔬菜佐餐、作水果食用，生食、料理、加工製成罐頭產品或果汁皆適宜，屬世界上高經濟價值作物之一(戴，2009)。番茄喜乾燥冷涼氣候條件，最適生長適溫為日溫 25-26°C，夜溫 15-17°C。目前多數經濟生產品種適宜溫度為日/夜溫，20-30/15-20°C(陳和郭，1993)。惟臺灣夏季高溫乾燥，日溫可達 30°C 以上，夜溫亦高於 25°C，常造成夏季栽培番茄遭遇花芽分化不良所引起之授粉障礙(林和洪，1989)，或柱頭生長過長而凸出花藥筒(Charles and Harris, 1972；Rick and Dempsey, 1969；Sato *et al.*, 2001)，花藥筒內花藥開裂後花粉無法正常掉落至柱頭上導致無法授粉，嚴重影響產量。

牛番茄為全紅番茄，依品種不同果重約 150-250 g，全年皆有需求(戴，2009)，惟臺灣夏季高溫多濕，大多數番茄品種無法在該條件下有正常之產量，耐熱番茄品

1) 國立中興大學園藝學系研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

種之特性為在高溫多濕環境尚能正常生長、開花、結果(陳等, 2008)。耐熱番茄品種在高溫下能保持花器構造正常, 較無長花柱及花藥筒開裂情形發生, 因此著果率相對較高(Saeed *et al*, 2007)。鑑此, 本研究擬選用 6 目前栽培上所使用之牛番茄品種, 以生長室進行高溫處理觀察長花柱發生情形, 以評估其耐熱性, 供業者品種選用上之參考。

材料與方法

(一)試驗材料：

- 1.供試品種：'全福993'、'全福994'(全福種苗)、'TMB-768'、'TMB-743'(和生種子有限公司)、'洛克'(興農供應中心)、'漢堡用'(台灣種苗)
- 2.栽培介質：商用泥炭土(Bio-Mix Potting substratum 003B, Terf, The Netherlands)

(二)試驗方法：

- 1.栽培時間及地點：國立中興大學園藝學系蔬菜實驗室地下室生長室, 以植物生長燈供照明(照度 $349 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 於民國107年10月至民國108年8月進行。
- 2.處理：植株生長至第一花序肉眼可見時移入生長室進行不同溫度處理, 處理溫度條件分為以下兩種：
 - (1) 日溫 28°C/2 hr, 30°C/4 hr, 35°C/4 hr 共 10 小時, 夜溫 28°C/8 hr, 26°C/6 hr 共 14 小時 (平均日溫 31.6°C, 夜溫 27.1°C)。
 - (2) 日溫 37°C, 12 hr, 夜溫 27°C, 12 hr。

(三)栽培管理：

- 1.播種及育苗：育苗至第3片本葉完全展開時定植於8L黑色塑膠軟盆, 盆內以003B商用泥炭土裝填至8分滿。
- 2.整枝及管理：試驗採直立式單幹整枝、側芽全數去除, 並以玻璃纖維桿支撐株, 隨植株生長適量去除下位葉。
- 3.養液配方及管理：試驗基礎養液由山崎氏養液(山崎, 1982)配方調整EDTA鐵至30 g, 其餘配方不變。每日以人工澆灌方式供給養液, 並視植株大小及生長室內設定溫度條件調整澆灌量。

(四)調查項目：

柱頭及花藥筒長度：

將花序上花朵開放前 5-6 日之花蕾以鑷子剝除一側花瓣, 小心撕除花藥筒一側以利觀察, 並以透明塑膠袋將花序包覆避免生長室熱風造成花器乾燥褐化。逐日以游標卡尺調查柱頭及花藥筒之生長情形。每溫度條件調查第 1 及第 2 花序, 每花序至少調查五朵花, 每

品種每溫度條件處理株數為 4 株。

(五)統計分析：

數據採用SAS套裝軟體9.4版(SAS. Institute, Cary NC)進行統計分析，以t-test進行各處理平均值比較。

結 果

耐熱牛番茄品種花朵在高溫下柱頭與花藥筒生長情形如圖 1.(B)，在花蕾發育 5 天過程中全程皆未見柱頭凸出花藥筒情形，而非耐熱品種則在花朵開放前約 2 天則可見柱頭明顯凸出花藥筒(圖 1. A)。

以日溫 28 °C/2 hr，30 °C/4 hr，35 °C/4 hr，夜溫 28 °C/8 hr，26 °C/6 hr 溫度條件模擬夏季外界溫度變化，'TMB-768'、'全福 993'、'全福 994'在此溫度條件則未見長花柱情形發生(圖 2. A、B、C)，於第 6 天，花藥筒分別長於花柱 1.60、0.89、2.57 mm。'TMB-743'、'洛克'、'漢堡用'皆發生長花柱情形，'TMB-743' 在調查第 1 天花柱為 3.55 mm，花藥筒為 4.9 mm，至第 4 天花柱為 6.37 mm，花藥筒為 6.68 mm，兩者長度接近，第 5 天花柱長於花藥筒 0.21 mm，至花器開放後花柱生長至 7.68 mm，花藥筒 7.41 mm(圖 2. D)。「洛克」在調查第 1 天花柱為 3.05 mm，花藥筒為 3.81 mm，後以相近速度生長，第 4 天花柱為 4.96 mm，花藥筒為 5.28 mm，第 5 天花柱長於花藥筒 0.18 mm，至花朵開放後花柱生長至 8.31 mm，花藥筒 6.73 mm(圖 2. E)。「漢堡用」在調查第 1 天花柱為 1.34 mm，花藥筒為 3.01 mm，第 4 天花柱為 4.13 mm，花藥筒為 5.03 mm，第 5 天花柱凸出花藥筒 0.19 mm，至花器開放後花柱生長至 6.48 mm，花藥筒 5.99 mm(圖 2. F)。

在恆溫條件日溫 37°C，12 hr，夜溫 27°C，12 hr 溫度條件下，'全福 993'、'全福 994'、'TMB-768'在此溫度條件則未見長花柱情形發生(圖 3. A、B、C)，至第 6 天，花柱與花藥筒長度接近(表 1)。「TMB-743」、「洛克」、「漢堡用」皆發生長花柱現象，'TMB-743'在開始調查後第 1 天柱頭為 3.25 mm，花藥筒為 4.61 mm，第 2 天柱頭為 4.28 mm，花藥筒為 5.03 mm，至開始調查第 3 天柱頭急遽生長至 5.71 mm，長於花藥筒 0.16 mm，第 4 天柱頭為 6.94 mm，花藥筒為 5.91 m，至第 6 天柱頭生長至 8.64 mm，花藥筒 6.41 mm(圖 3. D)。「洛克」在開始調查後第 1 天花柱為 3.37 mm，花藥筒為 3.92 mm，第 4 天柱頭為 5.01 mm，花藥筒為 5.18 m，第 5 天花柱凸出花藥筒 0.26 mm，至花器開放後花柱生長至 7.06 mm，花藥筒 6.45 mm(圖 3. E)。「漢堡用」在開始調查後第 1 天花柱為 2.94 mm，花藥筒為 3.22 mm，第 2 天花柱為 4.28 mm，花藥筒 5.03 mm，第 3 天花柱長於花藥筒 0.16 mm，第 4 天柱頭開始急遽生長至 4.82 mm，花藥筒 4.37 mm，第 5 天花柱為 5.79 mm、花藥筒 4.96 mm，至花器開放時花柱為 6.95 mm，花藥筒為 5.52 mm(圖 3. F)。

表 1. 在兩種溫度條件下六品種牛番茄在第六天花朵開放時花柱與花藥筒長度差距。

Table 1. The length difference between style and anther tube of six varieties of bovine tomato at the sixth day of flower opening under two temperature conditions.

花柱與花藥筒長度差距(mm)						
品種	993	994	768	743	洛克	漢堡用
TEMP-1 ^y	-1.60 a ^z	-0.89 a	-2.57 a	0.27 b	1.58 a	0.49 b
TEMP-2 ^x	-0.48 b	-0.34 a	-0.29 b	2.23 a	0.61 b	1.43 a

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by t test(P<0.05).

^yTEMP-1: 日溫 28 °C/2 hr , 30 °C/4 hr , 35 °C/4 hr , 夜溫 28 °C/8 hr , 26 °C/ 6 hr

^xTEMP-2: 日溫 37°C , 12 hr , 夜溫 27°C , 12 hr 。

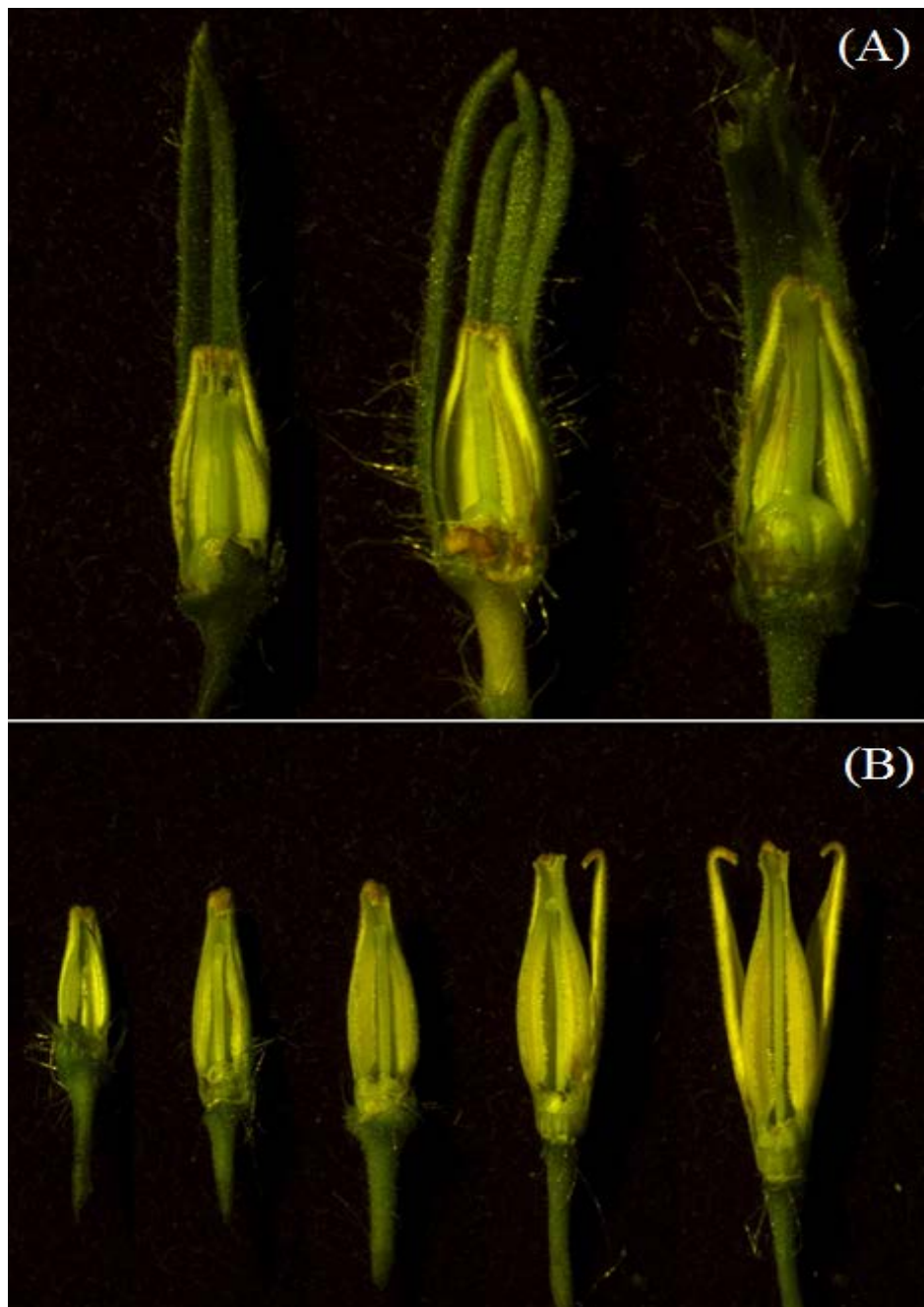


圖 1. 在高溫下牛番茄花朵開放前 4、3、2 天(A)，正常溫度下(B)柱頭與花藥筒生長情形。
Fig. 1. Growth of stigma and anther tube 4, 3, and 2 days before blooming of bovine tomato at high temperature (A) and normal temperature (B).

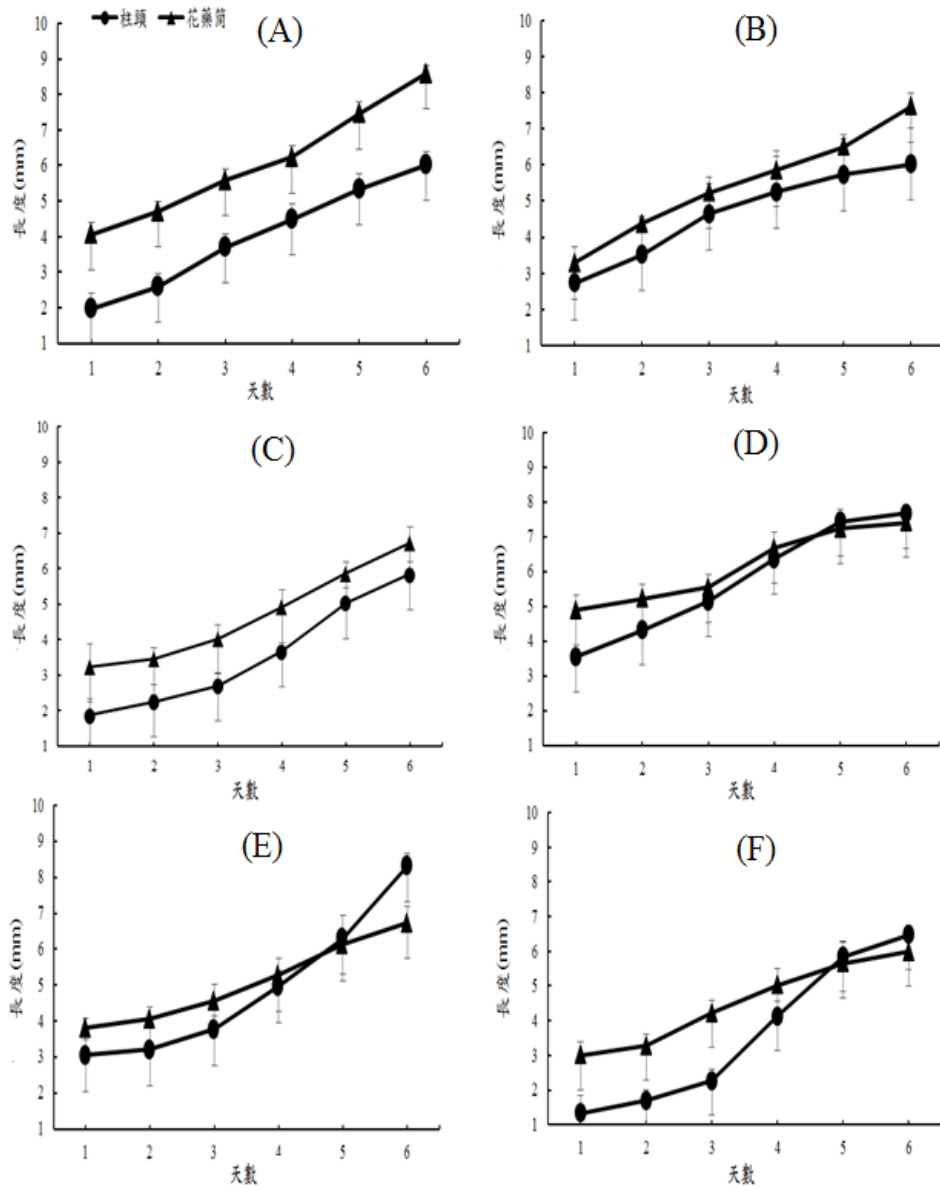


圖 2. 日溫 28 °C/2 hr，30 °C/4 hr，35 °C/4 hr，夜溫 28 °C/8 hr，26 °C/ 6 hr 溫度條件下牛番茄 'TMB-768' (A)、'全福 993' (B)、'全福 994' (C)、'TMB-743' (D)、'洛克' (E)、'漢堡用' (F) 柱頭與花藥筒每日生長情形。

Fig. 2. Daily growth of bovine tomato stigma and anther tube under the conditions of day temperature 28 °C/2 hr, 30 °C/4 hr, 35 °C/4 hr, night temperature 28 °C/8 hr, 26 °C/6 hr. 'TMB-768' (A), 'Chenfu 993' (B), 'Chenfu 994' (C), 'TMB-743' (D), 'Roko' (E), and 'Hamburger' (F).

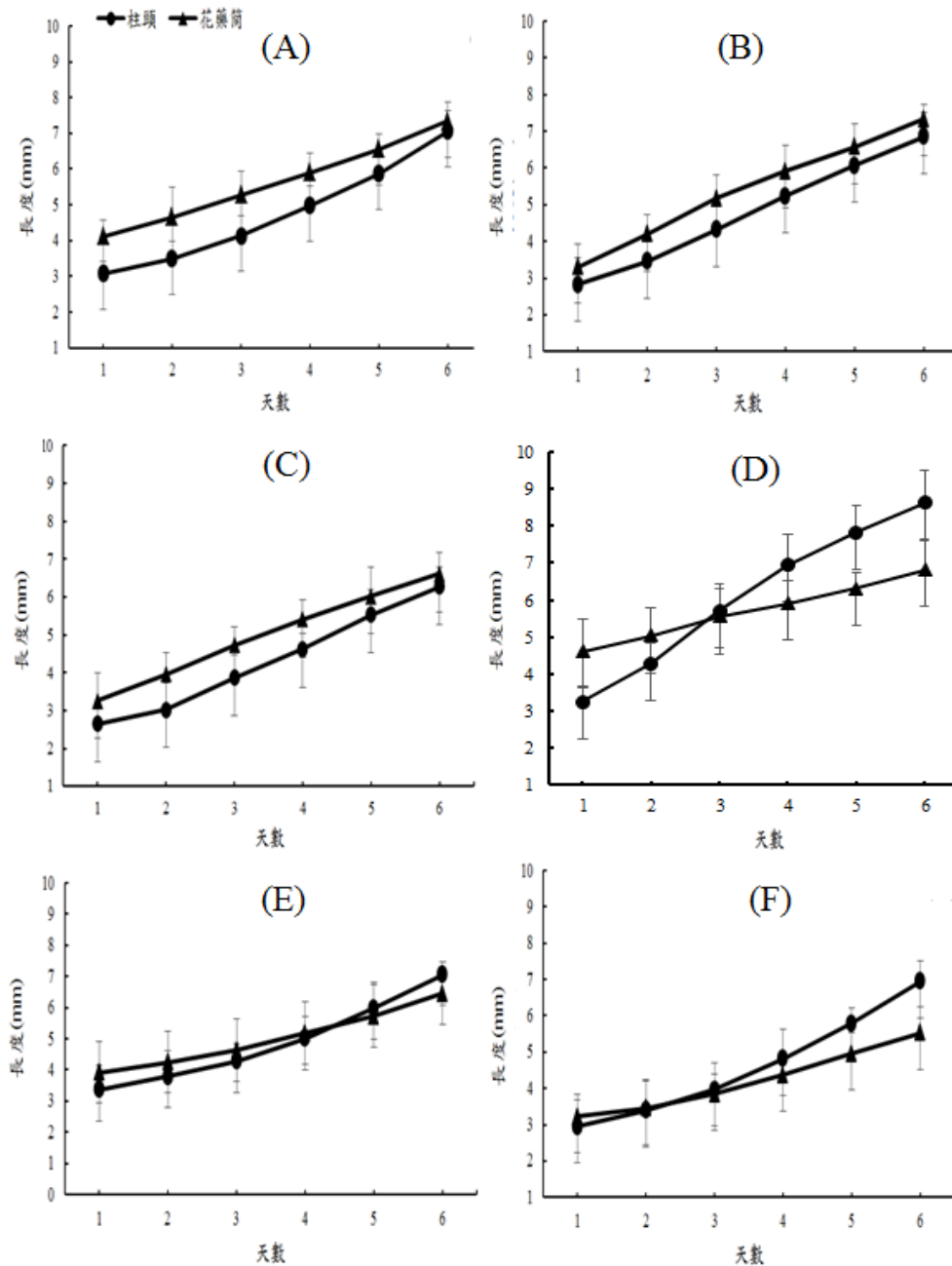


圖 3. 日溫，37°C，12 hr，夜溫，27°C，12 hr 溫度條件下牛番茄'TMB-768' (A)、'全福 993' (B)、'全福 994' (C)、'TMB-743' (D)、'洛克' (E)、'漢堡用' (F)柱頭與花藥筒每日生長情形。

Fig. 3. Daily growth of beef tomato stigma and anther tube under the conditions of 37°C/ 27°C, 12 hr/12 hr, day/night. 'TMB-768' (A), 'Chenfu 993' (B), 'Chenfu 994' (C), 'TMB-743' (D), 'Roko' (E), and 'Hamburger' (F).

討 論

根據臺灣農業年報歷年資料，臺灣番茄產期主要集中於 12-4 月，其他月份因高溫多濕及病蟲害影響，栽培面積及單位產量皆減少，此現象主要受限於目前經濟栽培品種適合生產之溫度條件多為日溫 20-30°C，夜溫 15-20°C，如於日溫高於 32°C、夜溫高於 21°C 則易產生著果障礙(陳和郭, 1993)，Abdul-Buki 和 Stommel(1995)亦發現在日/夜溫，35/23°C 下大部分供試番茄品種著果率相較日/夜溫，27/23°C 顯著降低。本研究選用七常見之牛番茄品種，'全福 993'、'全福 994'、'TMB-768'、'TMB-743'、'洛克'、'漢堡用' 評估植株長花柱在二種溫度條件下發生情形，是否因長花柱現象而需噴施植物生長調節劑，供夏季生產選用之品種參考。

Lohar 和 Peat(1998)發現非耐熱番茄品種在日/夜溫，28/23°C 條件下花器開放時柱頭凸出花藥筒，而在日/夜溫，35/30°C 條件下花器在開放前柱頭已明顯伸出花藥筒。參照此條件，可由花器發育過程中柱頭凸出花藥筒之情形判斷品種之耐熱程度。

於兩種溫度條件處理情形，模擬栽培環境之溫度條件，'TMB-743'、'洛克'、'漢堡用' 在日溫 28°C/2 hr，30°C/4 hr，35°C/4 hr，夜溫 28°C/8 hr，26°C/6 hr 下皆發生長花柱情形，且皆於花器開放前 1 天柱頭凸出花藥筒。在日溫 37°C，12 hr，夜溫 27°C，12 hr 溫度條件下，'TMB-743'、'漢堡用' 在花器開放前 3 天即可見柱頭長於花藥筒(圖 2. D、F)，可得知此 2 品種之耐熱性為最差，'洛克' 則在花器開放前 1 天柱頭長於花藥筒 0.26 mm，其耐熱性優於上述 2 品種，但仍無供高溫期栽培之應用價值。過往研究多認為番茄長花柱為柱頭生長過快所致(陳和郭, 1993)，然而依據 Sato 等人(2006)之研究顯示，長花柱發生為白日平均溫度上升造成供源強度下降，導致花藥筒變短。在高溫下，非耐熱品種番茄因 PSII 受損會導致光合作用能力下降(Camejo *et al.*, 2005)，葉片累積之可溶性糖及澱粉減少(Zhou *et al.*, 2017)，亦因夜間呼吸率急遽上升導致碳水化合物消耗增加(Sato *et al.*, 2000)，分配至生殖器官之碳水化合物減少。於本次試驗結果可見在在日溫 37°C，12 hr，夜溫 27°C，12 hr 溫度條件下，大部分品種之花藥筒有變短之情形(圖 1、圖 2.)，而在日溫 28°C/2 hr，30°C/4 hr，35°C/4 hr，夜溫 28°C/8 hr，26°C/6 hr 下大部分品種之花藥筒較長，推測為平均日溫僅約 31.6°C，夜溫 27.1°C，較前述恆溫條件低，因此植株尚能維持較高之光合作用能力及較低之夜間呼吸率所致。'全福 993'、'全福 994'、'TMB-768' 則在兩溫度條件皆無長花柱發生，由此可得知其具高溫其栽培之潛力，惟須再進一步進行試驗以調查果實在高溫下生長情形。

参 考 文 献

- Bar-Tal, A. and E. Pressman. 1996. Root restriction and potassium and calcium solution concentration affect dry-matter production, cation uptake, and blossom-end rot in greenhouse tomato. *J. Amer. Soc. Sci.* 121:649-655.
- Belda, R. M., J. S. Fenlon, and L.C. Ho. 1996. Salinity effects on the xylem vessels in tomato fruit among cultivars with different susceptibilities to blossom-end rot. *J. Hort. Sci.* 71:173-179.
- Borgognone, D., G. Colla, Y. Roupheal, M. Cardarelli, E. Rea, and D. Schwarz. 2013. Effect of nitrogen form and nutrient solution pH on growth and mineral composition of self-grafted and grafted tomatoes. *Sci. Hort.* 149:61-69.
- DeKock, P. C., A. Hall, R. H. E. Inkson, and R. A. Robertson. 1979. Blossom-end rot in tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 30:508-514.
- Flores, Pilar., J. Navarro, M. Carvajal, A. Cerdá, and V. Martínez. 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. *Agro. EDP Sci.* 23:249-256.
- Geraldson, C. M. 1957. Control of blossom-end rot of tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69:309-317.
- Ho, L. C., R. Belda, M. Brown, J. Andrews, and P. Adams. 1993. Uptake and transport of calcium and the possible cause of blossom-end rot in tomato. *J. Experi. Bot.* 259:509-518.
- Hao, X. and A. P. Papadopoulos. 2004. Effects of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning, and fruit yield of winter greenhouse tomato. *Hort. Sci.* 39:512-515.
- Marschner, H. 1977. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic, San Diego, Calif.
- Pavia, E. A. S., H. E. P. Martinez, V. W. D. Casali, and L. Padilha. 1998. Occurrence of blossom-end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. *J. Plant Nutri.* 21:2663-2670.
- Taylor, M. D., S. J. Locasico, and M. R. Alligood. 2004. Blossom-end rot incidence of tomato as affected by irrigation quantity, calcium source, and reduced potassium. *Hort. Sci.* 39:1110-1115.
- Yang, L., H. Qu, Y. Zhang, and F. Li. 2012. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. *Agri. Water Manag.* 104:89-94.
- Zhang, X., L. Du, Y. Wang, and T. Han. 2005. Effect of Ca treatment on physiological disorder and abscission of post-harvest fruits. *Hebei Fruit* 1:3-5.

The Effects of High Temperature on the Occurrence of Long Stigma in Six Varieties of Beef Tomato

Liang-Chun Fang¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words : Beef tomato, Long stigma, High temperature

Summary

Tomatoes are mostly cultivated in winter in Taiwan. In summer, tomatoes usually grow long stigma flower, which severely influence the fruit set and yield. In this research, 6 beef tomato cultivars were observed the occurrence of long stigma under high temperature conditions in growth chamber. Under the condition of day/night, 37/27°C, 12/12 hr in growth chamber. The stigma of 'TMB-743', 'Roko', 'Hamburger' were longer than anther cone by 2.23, 0.61, and 1.03 mm. At the condition of day 28°C, 2 hr, 30°C, 4 hr, 35°C, 4 hr, night 28°C, 8 hr, 26°C, 6 hr, the stigma of 'TMB-743', 'Roko', 'Hamburger' were longer than anther cone by 0.27, 1.58, and 0.49 mm. While 'Chenfu 994', 'Chenfu 993', 'TMB-768' didn't show long stigma under these two temperature conditions. Indicates that these three varieties have the potential for summer cultivation.

1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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