

彩色甜椒設施栽培概述

(三)常見的生理障害與因應對策

農試所生技組 王昭月 林大鈞

農試所應動組 林鳳琪

農試所鳳山分所 鄭櫻慧

一、前言

彩色甜椒 (以下簡稱彩椒) 性喜涼爽、溫暖氣候，栽培適溫為 $23\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，在幼苗期、開花期或結果期遭受連續高溫($>32^{\circ}\text{C}$)或低溫($<12^{\circ}\text{C}$)，會出現明顯的生育遲緩、落花、落果現象；若伴隨強烈日照、暴雨或乾旱等惡劣氣候，開花減少、著果量降低等現象會更加劇。在台灣平地氣候環境下，設施彩椒常在7月下旬至8月育苗，9月定植 (約白露節氣附近)，果實採收期約為12月份至翌年5月底，長達9個月以上的栽培期間，需因應不同季節和生育期的需求，配合合理的栽培管理，始能保障果實品質及收益。由於近年來極端氣候下，劇烈高、低溫屢屢發生，為此設施內多配置溫度感測系統，可調節遮光網處理或啟動風扇、水牆等降溫措施，避免高溫障害之發生；另一方面，寒流來襲的劇烈低溫下，則可啟動保溫措施 (如防寒塑膠布覆蓋)或降低水分供應等，可減輕低溫損害。依據設施彩椒容易發生的高、低溫生理障害，本文將概述其特徵及因應處理的對策；此外有別於溫度逆境的生育障害病徵，將介紹設施彩椒較常見的營養元素缺乏症與病徵，對症下藥補充特定的營養元素，達到緩解之效。

二、彩椒設施栽培常見的生理障害

(一) 高溫生理障害

彩椒在幼苗、開花或結果期遭遇長時間的高溫逆境，容易發生盲芽苗、落花、落果或果實停止生長等生理障害現象；尤其伴隨高日照強度、高濕或過度乾旱的水分逆境，會更加劇高溫生理障害發生的頻度。以大果彩椒的開花期或結果期為例，夏季高日照量的環境下連續3天的日均溫達到 32°C 以上，即出現明顯的落花或果實停止發育現象。以下擬介紹育苗期至結果期等不同生育階段的高溫障害之特徵，並歸納綜合型的緩解對策。

作者：王昭月助理研究員
連絡電話：04-23317335

1. 育苗期高溫障害：育苗期遭受劇烈高溫容易發生「盲芽苗」(圖一左)，盲芽苗的特徵是種子發芽後只長出兩片子葉，沒有生長點也無法發育出正常的本葉，是無法挽救的淘汰型幼苗。另外苗期高溫有時也會發生「異常苗」(圖一右)，其特徵是初生的本葉(真葉)會發生黏合現象，或出現2個以上的生長點(新芽)，此類幼苗會呈現短暫性的生長停滯，依經驗此幼苗在30℃以下仍會逐漸恢復正常生長。一般而言此異常苗可能延長育苗時間或延後定植期約2~3周，仍可達到正常定植苗株的大小規格。
2. 開花期高溫障害：開花期間遭受連續高溫(日均溫32℃以上，連續1周以上)，容易發生「花柱細長」導致受粉不良，造成「落花」或不著果現象。若高溫又合併乾旱逆境則增加落

花頻度，或有幼果不發育的現象。

3. 結果期高溫障害：結果盛期因持續性高溫(日均溫達32℃，連續1周以上)，容易造成「全株性捲葉」，特徵為全株的葉片呈現上捲現象(圖二)，導致光合效率降低，果實有變小的趨勢。但此現象常依品種而異，不一定會影響整體的結果數量。
4. 果實轉色、成熟期高溫障害：果實快速成長期間因劇烈高溫合併高光照容易造成「日燒果」，尤其在果實表面有凝結水分，特別容易由此部位產生局部褐化或壞疽現象。通常「日燒果」容易與「炭疽病」合併發生，或是與「缺鈣症」合併發生，此兩者均會嚴重影響果實外觀和品質，甚至喪失商品價值。

避免發生高溫生理障害的處理方式或因應對策：為避免高溫引發的各種



圖一、育苗期因高溫而出現的生長點退化之「盲芽苗」(左圖)；或本葉黏合之「異常苗」(右圖)。

生理障害，在容易發生高溫損傷的夏季栽培期間，可在設施內走道區域進行局部「遮陰處理」（圖三），降低栽培環境溫度。此外，在籃耕栽培模式下使用表面為白色或銀色的介質袋，或可藉由降低水溫、遮陰網等處理，降低滴灌水養液的溫度至 28°C 以下，有利於植株根系發展與植株耐熱性。此外也可以從品種上著手，例如平地進行春、夏作設施栽培時，可選擇耐熱性較佳的中、小型彩椒或匈牙利型紅椒（俗稱為Paprika或Hungary type），此類具有較好的「高溫耐受性」（約可達 35°C ），可減低高溫造成生理障害的損害性，對於果實產量的影響也比較小。

（二）低溫生理障害

短期的低溫（3~5天， $12\sim 15^{\circ}\text{C}$ ）對彩椒育苗期的損害較為輕微，通常只會延緩生長（約1~2周）；但對於開花期或結果期的彩椒而言，低溫生理障害相對較為明顯且嚴重。依Erickson等多位學者的實驗發現，「根溫」低於 15°C 可導致彩椒生長停滯或果實停止發育；尤其日均溫低於 12°C 下合併高濕環境，更顯著降低著果量並延後果實採收。以下依不同生殖生長階段，將常見的低溫障害與處理對策，分述如下。

1. 開花期低溫障害：開花前2~3天遭遇 $11\sim 15^{\circ}\text{C}$ 或以下的低溫（夜溫），會造成「花柱短胖」導致受粉不良，發生落花或不著果現象。
2. 果實生長期低溫障害：果實快速發育期間遭遇 $11\sim 15^{\circ}\text{C}$ （夜溫）會造成果實

暫時停止生長2~3天，或導致「畸型果」之發生。以大果彩椒為例，在果實快速生長期因連續 15°C 以下的低溫會出現「短胖型」果實，而 20°C 以下



圖二、夏季結果盛期因連續高溫造成設施彩椒發生「全株性捲葉」現象。



圖三、在設施內的走道上進行局部「遮陰處理」可減少日射量，利於彩椒夏作開花與果實生長。

的低溫會造成果實尖端出現「果針」的現象(圖四)。

3. 果實轉色期或紅熟期：果實快速發育並伸長完成後即進入果實轉色期或紅熟期，此時若遭遇 15°C 以下(夜溫)的低溫會延遲果實轉色，延後果實採收；反之低溫導致生長停止後又接續高日溫(高於 29°C)，則引發果實快速轉色導致果實變小；另外氮肥施用過度合併低溫環境，也容易產生轉色不完全的果實(圖五)，影響果實商品價值或採收期的一致性。

避免發生低溫生理障害的處理方式或因應對策：為減輕低溫生理障害的發生，設施栽培內宜建立溫度感測或監測系統，並參照氣象局預報系統等氣候資訊，適時調整栽培管理作業，可有效避免或降低設施彩椒的低溫損害。以大果彩椒為例，在冬季開花、結果期以夜溫為監測的重點，需儘可能維持設施內溫

度達 20°C 以上(根溫尤其重要)，例如關閉捲揚或調節換氣的裝置較有利於果實正常生長。如遭遇不可抗拒的大寒流，則須注意減少水分、肥料(尤其避免施用過度氮肥)，可提升植物對「低溫的耐受性」。此外亦可從品種上著手，一般而言歐美大果型彩椒的低溫耐受性較佳，故秋冬季生產或低海拔設施栽培仍以大果實的商業品種為宜；而耐熱性較強的中小型彩椒則對低溫較為敏感，容易發生低溫生長障害，部分品種在果實發育後期，如連續 20°C 以下即發生果實轉色延遲，或產生轉色不完全的果實。因此必須依據栽培地點或生產季節的溫度條件，慎選合適的彩椒品種，以確保果實品質與生產收益。

(三) 常見的營養元素缺乏與生理障害

彩椒為長期栽培型果菜作物，栽培期長達9個月或以上，合理化施肥與適量



圖四、耐熱彩椒品系在果實發育後期因夜間低溫($18-20^{\circ}\text{C}$)出現「果針」現象並延遲果實轉色(左圖)，對照同時播種的同品系在 $21-26^{\circ}\text{C}$ 夜溫下正常轉色的果實與外觀(右圖)。

水分供應，可維持最佳生長勢，確保果實品質與產量。因此目前的設施栽培多已配搭滴灌系統，依照氣溫、葉片狀態或生長階段，調節合宜的水分與養液供應。但由於彩椒生育期較長，在生育期間難免會遇到高、低溫逆境，加上果實連續採收情況下，較容易出現部分營養元素的缺乏症，以下僅針對彩椒設施經濟栽培最常出現的3種營養元素缺乏症，簡述其生理病徵與因應處理對策。

1. 磷缺乏的生理障害：生育初期缺磷會出現「矮小症」的生理障害，植物株高或分支性顯著小於正常株，其葉色呈現濃綠。至生殖生長期(開花、結果期)的缺磷病徵除了植株依舊矮小外，主莖偏細、分枝數較少且果實成熟期明顯延後。通常生育初期遭受低溫更不利於磷肥吸收，而偏酸土壤或硬實土壤也容易發生缺磷的矮小症，需適時、適量的施用磷肥才能避免生長障害之發生。以設施土耕栽培為例，在細整地時每分地基肥-磷酐的用量約12~15公斤(可視土壤肥力微調整)。定植後的生育期間如出現生育矮小且葉色濃綠的植株，可在

出現病徵的植株之根群附近噴灌液態磷肥(如磷酸一鉀、磷酸一鉍等)，濃度為60~120ppm(間隔約1~2周)；或在葉面噴施磷酸一鉀、磷酸一鉍或磷酸一鈉，濃度為0.3~0.5%(每周施用1~2次)，可緩解缺磷的生理障害。

2. 鎂缺乏的生理障害：彩椒缺鎂的現象容易發生在果實發育的中晚期，以成熟葉或老葉上的病徵比較明顯，發生鎂缺乏症的葉肉會呈現黃化但葉脈濃綠(圖四右圖的成熟葉即反應出缺鎂的病徵)。通常土壤含高量的鉀或鈣，較容易發生缺鎂現象。結果期盛期發現老葉有缺鎂病徵時，可在葉面噴施0.5~2%可溶性的硫酸鎂(每周1~2次)。但需特別注意鎂肥與鈣肥要分開施用(依經驗，宜隔週分開施用)，避免兩者相互競爭，影響鎂肥的吸收。



圖五、果實轉色期，因劇烈溫差(低溫後持續日溫高於29℃)，導致果實快速轉色，形成局部轉色不完全的果實。

3. 鈣缺乏的生理障害：彩椒缺鈣現象也常發生在果實發育的中晚期，典型病徵在果實底部會出現隘縮的褐化病斑（俗稱為尻腐病），此由於土壤的鈣素無法正常輸送至果實（尤其是較遠的果實前端），導致果實底部前端缺鈣壞疽或褐化。一般而言，果實缺鈣的生理障害常與炭疽病合併發生，尤其在高溫多濕情況下更趨明顯，並以鉀、鎂含量高的土壤或施用過量銨態氮肥較容易發生缺鈣現象。用大果彩椒為例，避免或緩解缺鈣症的方法，可在果實發育的中晚期以葉面噴施0.3~0.5%氯化鈣溶液，每周施用1~2次。同樣需注意鈣肥與鎂肥必須分開施用（依經驗，宜隔週分開施用），以免相互競爭而影響鈣肥吸收。此外結果期需避免太強的日照量（如走道遮陰處理）或乾旱情況，以免合併日燒果發生而更趨嚴重；此外合宜的氮肥施用與水分管理（避免過濕），亦可減低果實缺鈣生理障害發生的頻率。

四、結語

彩色甜椒富含膳食纖維及多種營養成分，如葉黃素、玉米黃素、及胡蘿蔔素等，符合衛生福利部國民健康署積極推動的「彩虹蔬果579」健康飲食原則，成為高營養、高經濟價值的果菜類新寵。但彩椒屬於長期栽培型的果菜作物，栽培全期長達9~10個月，合理化施肥與適量水分供應，可維持最佳生長勢，提升果實品質並連續採收的果實產

量。此外彩椒從育苗開始的栽培全期自7月下旬至翌年5月底，期間涵蓋高溫、低溫逆境的生產季節，需有效利用生產設施，配合不同生育階段的特殊需求來調整管理作業，可避免高、低溫造成植株或果實品質受損，保障彩椒品質與生產收益。

五、參考文獻

- Ali, A. M. and W. C. Kelly. 1993. Effect of pre-anthesis temperature on the size and shape of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Sci. Hort.* 54: 97-105.
- Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, Y. Riov, M. Huberman, and R. Goren. 1994. The susceptibility of pepper (*Capsicum annuum*) to heat induced flower abscission: Possible involvement of ethylene. *J. Hort. Sci.* 69(5): 923-928.
- Bosland P. W., and Votava E., 1999. *Peppers: Vegetable and Spice Capsicums*. CABI Publishing, Oxford
- Erickson, A. N. and A. H. Markhart. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant, Cell and Environment* 25: 123-130.
- Shaked, R., K. Rosenfeld, and E. Pressman. 2004. The effect of low night temperature on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Sci. Hort.* 102: 29-36.